

البيئة
الطاقة وغازات الاحتباس الحرارى
ENVIRONMENT
ENERGY AND GREENHOUSE GASES
دكتور مهندس
كاميليا يوسف محمد
CO2
مراجعة
دكتور مهندس
إبراهيم يس

البيئة

الطاقة وغازات الاحتباس الحرارى

Environmient
Energy and Greenhouse Gases

دكتور مهندس

كاميليا يوسف محمد

مراجعة

دكتور مهندس

إبراهيم يس

الطبعة الأولى - فبراير ٢٠٠٠
الطبعة الثانية - ابريل ٢٠٠٤

تصميم الغلاف
م / أحمد طه هاشم

بسم الله الرحمن الرحيم

"وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ"

صدَقَ الله العظيم

سُورَة الأعراف - الآية ٣١

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

تمتاز الكهرباء بأنها أسهل وأنظف أنواع الطاقة، ولأنها تمثل الدعامة الأولى والأساسية التى تقوم عليها جميع مشروعات التنمية بالقطاعات الصناعية والتجارية والسكنية والخدمية كان اهتمام الدولة بالحفاظ على الطاقة ومصادرها وطرق ترشيدها وأثارها البيئية.

ولقد أدى ارتفاع مستوى المعيشة الى انتشار استخدام الكثير من الأدوات والأجهزة الكهربائية وبالتالى الى الزيادة المستمرة فى استهلاكات الطاقة وكذلك الانتقال من مجتمع زراعى الى مجتمع صناعى عادة يصاحبه زيادة كبيرة فى استهلاكات الطاقة والتى ترجع الى تطور وسائل الانتاج وظهور بعض التجهيزات الحديثة المستهلكة لمزيد من الطاقة.

ولقد ظهر ذلك واضحاً فى مصر حيث ارتفع نصيب الفرد من الطاقة من ٤٣٠ كيلووات ساعة عام ١٩٨١ إلى ١٣٠٠ كيلووات ساعة حالياً.

ومن المعلوم أن الاسراف فى استخدامات الطاقة يهدد مصادر الطاقة التقليدية بالنضوب خلال بضع عشرات من السنين، وأن الزيادة فى حرق أنواع الوقود التقليدى المستخدم فى إنتاج الطاقة الكهربائية وما يصحب ذلك من زيادة فى الانبعاثات الغازية يؤثر بالضرورة على البيئة مما يؤثر بدوره على صحة الإنسان، ولذلك فقد حظى موضوع الطاقة والبيئة باهتمامات مصر والعالم نتيجة العلاقة الواضحة بين استخدامات الطاقة اللازمة للتنمية والتأثيرات البيئية الضارة والتى لا يمكن تجنبها كلية ولكن يجب العمل بجد للحد منها.

وقد ظهرت نظريات تربط بين التأثيرات البيئية الناتجة من الاستخدامات المختلفة للطاقة وما سمى بظاهرة الاحتباس الحرارى بسبب الانبعاثات الغازية وعلى رأسها ثانى أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين التى يعزى لها التغيرات المناخية التى نلاحظها والتى تشير إلى ارتفاع ملحوظ فى درجة حرارة الأرض. وينتج غاز ثانى أكسيد الكربون خلال جميع مراحل استكشاف وإنتاج وتصنيع واستهلاك مصادر الوقود الأحفورى.

من هذا المنطلق كان اهتمام وزارة الكهرباء والطاقة بكل ما يتصل بهذا الموضوع حيث قامت بتنفيذ العديد من الإجراءات التى من شأنها الحد من التأثيرات البيئية وعلى الأخص :

- التوعية بمفهوم التلوث البيئى وأضراره وأخطاره ومصادره وعوامل التغلب عليه.
- تحويل محطات توليد الكهرباء للعمل بالغاز الطبيعى بدلاً من المازوت والسولار عن طريق تكنولوچيا الوقود الثنائى.

- إدخال نظام الدورة المركبة لرفع كفاءة المحطات الغازية وزيادة قدراتها بنسبة ٥٠٪ دون استخدام وقود اضافى.

- استخدام وحدات التوليد البخارية بقدرات كبيرة ومنها قدرة ٣٢٥ ألف كيلووات و ٦٥٠ ألف كيلووات لتقليل استهلاك الوقود.
- تطبيق تكنولوچيا الطاقة الجديدة والمتجددة لتوليد الكهرباء من كافة مصادرها واستغلال هذه الطاقات للحد من استهلاك الوقود التقليدى.
- دراسة وتطبيق مشروعات ترشيد استخدام الطاقة والحد من انبعاثات التلوث بالقطاعات الصناعية والتجارية والسكنية.
- تركيب محطات لرصد نوعيات الهواء على اسوار محطات توليد الكهرباء فى جميع محافظات مصر وأيضا اقامة محطات رصد للهواء على مسافات بعيدة عن المحطات لقياس نسبة التلوث.

ونحن نفتخر أنه تطبيقاً لهذه السياسات فقد تحول ٩٠٪ من محطات توليد الكهرباء الحرارية فى مصر الى الغاز الطبيعى التى تساهم فى تقليل التلوثات البيئية.

من إهتماماتنا أيضا توعية العاملين بقطاعات الكهرباء والطاقة بأهمية مفهوم التلوث البيئى وأنواعه المختلفة ومجالاته ومظاهره فى الطبيعة والطرق المختلفة لحماية البيئة من التلوث.. ومن هنا كان تشجيعنا لإصدار هذا الكتاب :

«البيئة..الطاقة وغازات الاحتباس الحرارى»

والذى يهتم بمشاكل البيئة وخاصة المرتبطة بالطاقة. ويتناول الموضوعات التى تتصل بالبيئة والطاقة، المشاكل البيئية، تلوث الهواء، التلوث الصناعى، المخلفات، حماية البيئة، المسح البيئى، تخفيض الملوثات، القوانين والقواعد المنظمة لحماية البيئة بمصر.

أرجو الله أن ينتفع بهذا العمل أبنائى المهندسين والفنيين الذين يخلصون فى عملهم ولا يبتغون إلا رضوان الله.

وما توفيقى إلا بالله عليه توكلت واليه أنيب.

وزير الكهرباء والطاقة

«دكتور مهندس / على فهمى الصعيدى»

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

تعتبر الطاقة دعامة أساسية من دعائم النهضة الصناعية والتطور العلمي حيث أنها المحرك الاساسى والرئيسى لتطور الحياة فى مختلف مظاهرها، ولكن مع التقدم الحضارى الذى يعيشه العالم اليوم وما صاحبه من تطور تكنولوچى سريع بالاضافة الى ازدياد الطلب العالمى على الطاقة، كنتيجة طبيعية للنمو السكانى خاصة فى الدول النامية، تولدت مشكلة التلوث البيئى.. من هنا كان موضوع الكتاب.. والذى يشتمل على الابواب التالية : البيئة والطاقة ـ المشاكل البيئية (الملوثات) ـ حماية البيئة من التلوث ـ القوانين والقواعد المنظمة لحماية البيئة بمصر.

وأنه لمن دواعى الفخر والسرور أن تكون توجيهات السيد الدكتور / **على فهمى الصعيدى** وزير الكهرباء والطاقة بالحفاظ على البيئة من التلوث والتوعية البيئية دافعا قويا لاصدار هذا الكتاب.

وقد كان تشجيع السيد المهندس / أحمد مصطفى المفتى، رئيس مجلس الإدارة والعضو المنتدب المستمر للبحث العلمى وتوفيره لكل الإمكانيات لتقديم الجديد والحديث فى العلم حافزا لتجميع المادة العلمية، التى يستفيد منها الزملاء.

وقد قام بمراجعة الكتاب السيد الدكتور مهندس / ابراهيم يس الذى بذل جهدا كبيرا فى المساهمة فى إخراج الكتاب.

والله الموفق،،

وصلى اللهم على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم

د. كاميليا يوسف



مقدمة

لا يحدث سوى مرة واحدة فى كل قرن أن تستطيع إحدى القضايا الهامة أن تفرض نفسها على الناس جميعاً من مختلف الأجناس والطبقات والمشارب، ومشكلة البيئة الفيزيقية التى نعيش فيها هى إحدى هذه القضايا.

فلقد شهدت العقود الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين زيادة كبيرة فى اهتمام العلماء والمخططين والسياسيين ورجال الاقتصاد وعلماء الاجتماع بمشكلات البيئة، والتغيرات التى تطرأ عليها، وأساليب التعامل معها، والأضرار التى تلحق بها نتيجة لمبالغة الإنسان فى استغلال مواردها الطبيعية، وإلى أى حد ينعكس هذا كله على حياة الإنسان والمجتمع، وواضح أن هذا الاهتمام لم يكن قاصراً على البحث عن مدى ما يمكن أن تقدمه الطبيعة للإنسان من ثروات، أو الطريقة المثلى التى يمكن للإنسان أن يكشف بها عن هذه الثروات والموارد، وأفضل الأساليب لاستغلالها، وإنما كان، بالإضافة إلى هذا كله، يحاول الكشف عما لحق بالبيئة الطبيعية من أذى وأضرار قد يصعب علاجها أو تلافيها نتيجة لسوء الاستغلال وسوء الفهم. وقد انعكس هذا الاهتمام فى ثلاثة أمور :

الأمر الأول : هو كثرة الكتابات التى تهدف الى تنبيه الأذهان إلى الأخطار المحدقة بالبيئة الطبيعية وطريقة المحافظة عليها، والإبقاء على ما يعرف باسم التوازن الإيكولوچى (أى التوازن بين كل عناصر البيئة من ناحية وبين الإنسان والبيئة من الناحية الأخرى) وكذلك الأخطار التى سوف تحيق بالإنسان والمجتمع، والتى قد تؤدى بهما كليهما إن لم يغير الإنسان من سياسته وموقفه من الطبيعة.

الأمر الثانى : هو إهتمام المحافل الدولية والمنظمات العلمية بعقد المؤتمرات والندوات التى تعالج فيها مشكلات البيئة بوجه عام، وأثر هذه المشكلات على الحياة الاجتماعية وعلى الحضارة.

الأمر الثالث : هو الاهتمام الذى تبديه الآن معظم دول العالم بإنشاء وزارات وأقسام وإدارات وأجهزة حكومية لشئون البيئة يكون من أهدافها وضع الخطط لإحكام السيطرة على البيئة، وتنظيم عمليات الاستغلال بطريقة محسوبة بدقة، حتى يمكن المحافظة على تلك العلاقة الدقيقة القوية بين الإنسان والطبيعة.

وواضح من هذه الاتجاهات الثلاثة أن معظم الاهتمام الذى تبديه الهيئات والأجهزة المتخصصة، بل وحتى العلماء والأفراد أنفسهم فى معالجة شئون البيئة تتصل بأمور محددة يمكن إجمالها فيما يلى :

* الاعتراف بموقف الإنسان المعادى للطبيعة، واستخفافه عموما بمكوناتها، وعدم إدراكه لمدى الأضرار التى يلحقها بها، وكذلك عدم إدراكه أن مصادر الثروة الطبيعية محدودة نسبياً، وأنها تستهلك نتيجة للزيادة الهائلة المطردة فى عدد السكان، مع عدم ترشيد الاستهلاك، وازدياد حاجيات الإنسان، والرغبة فى اشباع هذه الاحتياجات.
* النظر إلى المشكلة نظرة تكاملية شاملة، بمعنى ازدياد الإدراك بين العلماء بأن مشكلة تلوث البيئة والأضرار التى تلحق بها هى مشكلة إنسانية تنبع أساساً من معرفة وأدراك طبيعة العلاقة بين الإنسان والبيئة، ومواطن الخلل فى هذه العلاقة حتى يمكن معالجتها على أسس سليمة.

وليس ثمة شك فى أن ارتقاء المجتمع الإنسانى وتقدمه يرتبطان - فى أحد جوانبهما على الأقل - بالقدرة على السيطرة على الطبيعة، وتسخير البيئة واستغلال مكوناتها لصالح الإنسان، وكذلك القدرة على التحكم فى هذه البيئة وتطويع مواردها لخير الإنسان وإشباع احتياجاته ومتطلباته.

ومعنى ذلك أنه من الخطأ أن ننظر إلى مشكلة البيئة على أنها مشكلة فيزيقية بحتة، بحيث نغفل أبعادها الاجتماعية والإنسانية، ذلك لأن الإنسان هو بالضرورة أحد العوامل أو العناصر الأساسية فى البيئة، باعتباره على الأقل عامل التغيير فيها وموضوع التأثر بها والتأثير فيها، سواء كان ذلك التأثير يتخذ شكل المحافظة، أو الإبادة وإحداث الضرر، كما أن حياته هو، هى التى سوف تتأثر بشكل مباشر فى آخر الأمر بما يطرأ على البيئة من تغيرات نتيجة لسلوكه وتصرفاته وموقفه منها. ولو أننا سلمنا بذلك واعتبرنا الإنسان هو أحد مكونات البيئة الأساسية، فإن أية دراسة للبيئة لابد أن تكون بالضرورة دراسة تكاملية شاملة، ولابد من أن تتعرض لكثير من الأمور المتشابكة المعقدة التى يمكن أن نشير إلى بعضها هنا، مثل:

* الأسس الفيزيقية والكيميائية والبيولوچية لمشكلات البيئة أو المشكلات الإيكولوچية، وهى أسس معقدة إلى أبعد حدود التعقيد.



* الظروف الإيكولوجية من حيث أنها تنعكس، ليس فقط على نوع الحياة التى يحياها الأفراد والمجتمعات؛ بل وأيضا على نفس مشكلة الوجود الإنسانى وإمكان استمرار الجنس البشرى فى الوجود، وإمكانات الإنسان على التكيف.
* النتائج السيئة المترتبة على التغيرات الإيكولوجية سواء على المستوى المحلى أو الاقليمى أو العالمى كتغير المناخ.
* الأمراض والمشكلات الاجتماعية التى تنجم عن التغيرات الإيكولوجية وهى مشكلات يمكن حلها إجتماعياً عن طريق إعادة النظر فى النظم الاجتماعية السائدة فى المجتمعات المختلفة، وإعادة تشكيل هذه النظم، وكذلك إعادة النظر فى سلوك الإنسان إزاء البيئة، وموقفه منها، ونظرته إلى الطبيعة.
* التفاعل القوى بين كل الظواهر البيئية والاجتماعية وتساندها الوظيفى، وهى أمور تتصل اتصالاً وثيقاً بالمشكلات الإنسانية.

وبعض هذه القضايا يناقشها هذا الكتاب باستفاضة فى معرض الحديث عن البيئة والطاقة وعلاقتهما العضوية معا فى التأثير والتأثر المتبادل.

إذ ينطوى توفير الطاقة واستخدامها على مجموعة من الآثار بعضها إيجابى وبعضها الآخر سلبى، ويمثل التلوث الجانب السلبى الرئيسى المنطوى على آثار محلية، مثل الدخان المنبعث من حركة المرور ومن مداخن المصانع، وآثار إقليمية، مثل الأمطار الحمضية والبقع النفطية؛ وآثار عالمية، يأتى فى مقدمتها أثر غازات ظاهرة الاحتباس الحرارى مثل ثانى أكسيد الكربون والميثان (والتى ينبعث بعضها بفعل الإمداد بالوقود الأحفورى واحتراقه) على المناخ.

لكننا رغم ذلك يتعين علينا خلال تقدمنا نحو المستقبل، ولتحقيق التحسين البيئى للعالم، أن نعترف بالفوائد التى جلبها استخدام الأنواع التجارية للوقود الأحفورى، مقترنا بالتصنيع للعالم بطرق عديدة خلال القرنين الماضيين، فلقد تحققت رفاهية اقتصادية لأعداد هائلة من الناس، أعلى مستوى بكثير مما كان سيكون عليه الحال لو لم يحدث ذلك، وأصبحت المجتمعات أكثر استقلالا، وتحسن الاتصال بصورة هائلة وأصبحت الحاجة تدعو لتوسيع نطاق الفوائد المادية، الموزعة الآن بصورة متفاوتة فى أنحاء العالم، وهناك أمل كبير يراود العالم فى أن يصبح ممكناً أن تمتد عملية التصنيع، التى وفرت مثل هذه الفوائد المادية العالية للاقتصادات الصناعية الناضجة، لتشمل الدول النامية. وتقترن بتلك الآمال آمال أخرى تتمثل فى أن تتخطى الدول النامية على وجه السرعة بعض المشكلات التى ارتبطت بالتصنيع، وأن تتفادى العديد من الآثار البيئية الخطيرة المرتبطة بالامداد التقليدى للطاقة، والأشكال التقليدية لتحويلها واستخدامها.

وسوف يتعين فى هذا السبيل بذل جهود أكبر، داخل سياق ماهو عملى فعلاً اقتصادياً وسياسياً، من أجل خفض التلوث المحلى والإقليمى الناتج عن إمدادات الطاقة واستخداماتها، من خلال السعى الجاد الدءوب إلى تحسين الكفاءة، وإلى الوصول إلى أنواع أنظف للوقود، وعمليات إنتاجية وأجهزة أنظف، وتسعير مبنى على التكلفة الكلية، وقوانين منظمة أكثر صرامة، ومنافسة أكثر فعالية، وتوعية وتعليم أفضل. وهذه التدابير تعد أسهل اتخاذا بالنسبة للدول المتقدمة الأكثر غنى، فضلاً عن كونها تشكل استمراراً لتدابير جارى اتخاذها بالفعل. على أنها ستفيد بوصفها هدفاً نافعاً بالنسبة للدول ذات الموارد الأقل، من حيث أنها ستخفض إنفاقات أخرى فى مجال الرعاية الصحية والاجتماعية. كذلك تعد التدابير الملائمة لتقليل التلوث المحلى والاقليمى، فى غالبية الحالات، إن لم تكن كذلك دائماً (نتيجة للكفاءة المنخفضة، والنسبة الأعلى لانبعاثات ثانى أكسيد الكربون، إلخ)، ملائمة أيضاً لمعالجة المخاوف المتعلقة بالتغير المناخى العالمى والواقع أنه من خلال رفع كفاءة استخدام الطاقة، وبتبنى تكنولوجيا أنظف وأكثر كفاءة فى مجال تحويل الطاقة وإمدادها، سوف يتم بالتأكيد تخفيف حدة الآثار البيئية.

ذلك هو موضوع الكتاب بين يديك أيها القارئ الكريم، وغاية أملنا أن يقدم إطاراً متكاملاً لموضوع البيئة والطاقة فى ذات الوقت الذى يمهد فيه السبيل أمامك لقراءات تالية أعمق.

والله الموفق،،

د. م/ إبراهيم يس

المدير القومى لمشروع تحسين كفاءة استخدام الطاقة

والحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى

الباب الأول
الفصل الأول
البيئة والتلوث

Environment and Pollution

أصبحت البيئة تلقى اهتماما خاصا محليا واقليميا وعالميا باعتبارها ضرورة لازمة للأرض والهواء والمياه للحفاظ على جميع الكائنات الحية من حيوان ونبات والتى يتعايش معها الانسان..

نتيجة للتقدم السريع والمتطور للصناعة وارتفاع مستويات المعيشة والزيادة السكانية فى العالم وازدياد الطلب العالمى على الطاقة كنتيجة طبيعية للنمو السكانى خاصة فى الدول النامية،... تولدت مشكلة التلوث البيئى وأصبحت خطرا يهدد البشرية بالزوال ويهدد حياة كل الكائنات الحية والنباتات...

يعتبر تلوث الهواء من أكبر أشكال التلوث البيئى وضوحا، والذى أصبح يمثل مشكلة، عندما زادت رغبة الانسانية فى الاقامة والمعيشة فى المدن وسعيهم الدائم لاستخدام الطاقة فى صورة الخدمات التى توفرها مثل التدفئة والتبريد والانارة والقوى المحركة والطهى..... بمعنى آخر منذ أصبح إحتراق الوقود ضرورة معيشية.

ومن ملوثات الهواء : الجسيمات الدقيقة،وأكسيد الكبريت وأكاسيد الكربون وأكاسيد النتيروچين والملوثات الاشعاعية و..... وأغلبها ينتج عن عمليات الاحتراق، على الرغم من الحاجة الماسة والدائمة للمياه إلا أن الانسان يتخلص من فضلاته فى البحيرات والأنهار والتى تمثل أهم المصادر التى تمده باحتياجه من المياه، مسببا تلوثها.

ومن أشكال التلوث المائى : التلوث الطبيعى، التلوث الحرارى، التلوث الصناعى والتلوث الناتج عن قذارة المجارى.

تساهم النفايات أو الفضلات الصلبة فى مشكلات التلوث البيئى فى المدن والمناطق الحضرية الكبيرة وتوجد طرق متعددة لعلاج والتخلص من النفايات منها : إعادة تدويرها، أو دفنها داخل التربة أو حرقها فى أفران أو استخدامها بعد علاجها لأغراض التخصيب الزراعى.

نتيجة للتوسع فى استخدام المحركات والآلات وما شابهها ظهرت صورة من صور التلوث ألا وهى التلوث الضوضائى والتى تؤدى بالبعض الى فقد السمع.

لقد تعددت تعريفات البيئة وعلم البيئة والتلوث، لذا سنعرض فيما يلى أغلب التعريفات التى تعرضت لهذا الموضوع.

البيئة *Environment*

* هى الوسط المحيط بالانسان والذى يشمل كافة الجوانب المادية وغير المادية، البشرية منها وغير البشرية.
* هى الحيز الذى يمارس فيه البشر مختلف أنشطة حياتهم، وتشمل ضمن هذا الاطار كافة الكائنات الحية من حيوان ونبات والتى يتعايش معها الانسان.
* هى كل ما يحيط بالكائن الحى يؤثر فيه ويتأثر به.
* هى مجموعة العوامل التى تحيط بالكائن الحى والتى تؤثر فى نشاطه الحيوى وتتأثر به.
* هى مجموعة الظروف والمؤثرات الخارجية التى لها تأثير فى حياة الكائنات بما فيها الانسان.
* الوسط أو المجال المكانى الذى يعيش فيه الانسان بما يضم من ظاهرات طبيعية وبشرية يتأثر بها ويؤثر فيها.
* هى كل ما تخبرنا به حاسة السمع أو البصر أو الشم أو التذوق أو اللمس.
* كل شىء يحيط بالانسان (طبقاً لإعلان مؤتمر البيئة البشرية الذى عقد فى استوكهولم *1972*).

علم البيئة *Ecology*

يرجع استخدام مصطلح «أيكولوچيا» الى العالم البيولوجى الألمانى أرنست هايكل *Ernst Haeckel* عام *1869* حيث استخدم كلمة *Oekolgie* مشيرا الى «علاقة الكائن الحى ببيئته العضوية وغير العضوية ثم عدل اللفظ بعد ذلك الى *Ecology*.

* كلمة ايكولوجى *Ecology* مكونة من مقطعين يونانين هما *Oikos* بمعنى مكان المعيشة و*Logus* بمعنى دراسة.
* هو العلم الذى يبحث فى أحوال البيئة الطبيعية أو مجموعات النباتات أو الحيوانات التى تعيش فيها وبين الكائنات الحية الموجودة فى هذه البيئة.
* هو علم دراسة أماكن معيشة الكائنات الحية وكل ما يحيط بها.
* هو دراسة وتركيب ووظيفة الطبيعة (كما ذكر العالم «ايوجين أدوم»).
* هو العلم الذى يدرس علاقة الكائنات الحية بالوسط الذى تعيش فيه (كما عرفه العالم

الألمانى آرنست هيكل) .
* هو علم دراسة الأشياء الحية فى أوساطها الطبيعية.
* هو دراسة علاقة الكائنات الحية بالبيئة التى توجد فيها أو ما يحيط بها.

التلوث البيئى *Pollution*

* هو كل تغير كمى أو كيفى فى مكونات البيئة الحية وغير الحية ولا تقدر الأنظمة البيئية على استيعابه دون أن يختل توازنها.
* يوجد التلوث عندما يحدث ـ تحت التأثير المباشر أو غير المباشر للأنشطة الانسانية نتائج تؤدى الى تغير الوسط الطبيعى الذى يمكن أن تكون له آثار خطيرة على كل كائن حى. (طبقاً لتعريف المجلس الاقتصادى والاجتماعى التابع للأمم المتحدة) .
* التلوث هو قيام الانسان بطريق مباشر أو غير مباشر بالاضرار بالبيئة الطبيعية والكائنات الحية (طبقاً لتعريف منظمة التعاون والتنمية الأوربية) .
* هو الحالة القائمة فى البيئة الناتجة عن التغيرات المستحدثة فيها والتى تسبب للانسان الازعاج أو الاضرار أو الأمراض أو الوفاة بطريقة مباشرة، أو عن طريق الاخلال بالأنظمة البيئية .
* كل ما يؤثر فى جميع عناصر البيئة بما فيها من نبات وحيوان وانسان، وكذلك كل ما يؤثر فى تركيب العناصر الطبيعية غير الحية (مثل الهواء والتربة....) .
* هو تراكم النفايات المسببة لتلوث البيئة.
* مختلف التهديدات البيئية التى يتعرض لها الأفراد وأصبحوا فى كثير من الأحيان أكثر ألفه بها.
* حالة من عدم النقاء أو عدم النظافة.

الملوثـــات

* هى مسببات التلوث.
* هى المواد أو الميكروبات التى تلحق الضرر بالانسان أو تسبب له الأمراض أو تؤدى به الى الهلاك.
* هى ظهور شىء ما فى مكان غير مناسب وغير مرغوب فيه فى هذا المكان.
* هى العناصر الكيميائية والضوضاء والاشعاعات...

من أمثلة التلوث البيئى :

(أ) تلوث الهواء :

* هو وجود مواد مختلفة، غازية أو سائلة أو صلبة تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر فى الكائنات الحية، وتسىء الى الظروف البيئية التى تعيش فيها.

(ب) تلوث المياه :

* هو وجود نفايات ومخلفات سائلة، بشرية وصناعية والتى تلقى فى مصادر المياه العذبة.. والذى يؤدى الى عواقب صحية واقتصادية خطيرة لما للمياه من أهمية لحياة البشر والكائنات الحية الأخرى وفى عمليات التنمية المختلفة.
* ادخال أية مواد أو طاقة فى البيئة المائية بطريقة ارادية أو غير ارادية مباشرة. أو غير مباشرة ينتج عنه ضرر بالموارد الحية أو غير الحية أو يهدد صحة الانسان أو يعرض الأنشطة المائية بما فى ذلك صيد السمك والأنشطة السياحية أو يفسد صلاحية مياه البحر للاستعمال أو ينقص من التمتع بها أو يغير من خواصها (طبقاً لقانون البيئة رقم ٤ لسنة ١٩٩٤).

(جـ) تلوث ضوضائى :

* هو التغير المستمر فى أشكال حركة الموجات الصوتية بحيث تتجاوز شدة الصوت المعدل الطبيعى المسموح للأذن بالتقاطه وتوصيله الى الجهاز العصبى. وهذا الصوت غير مرغوب فيه ويزعج الانسان ويضر به.

أمثلة لصور التلوث البيئي وآثارها :

(أ) على المستوى العالمى

1 - من تقارير حالات التسمم بأول أكسيد الكربون، اتضح وجود ارتباط بين زيادة التركيز فى أول أكسيد الكربون وزيادة نسبة الوفيات فى مقاطعة لوس أنجلوس فى الفترة *1962 : 1965*.

2 - فى ألمانيا، نتيجة للجسيمات الدقيقة المنبعثة فى هواء المدن وتأثيرها الضار على الجهاز التنفسى للانسان، فقد تبين من نتائج بحث على أطفال مدرسة أن : بلغ الالتهاب الشعبى نسبة *3.53%* من مجموع الأمراض فى المناطق الحضرية فى مقابل *2.4%* فى المناطق الريفية. كما تبين أن مستوى الهيموجلبين فى الدم كان أقل من *80%* لدى *58.5%* من أطفال المدينة فى مقابل *20.2%* من أطفال الريف، وان *15.1%* من أطفال الحضر يعانون من كساح الأطفال فى مقابل *7.6%* من أطفال المناطق الريفية.

3 – فى الولايات المتحدة الأمريكية، تلاحظ وجود ارتباط طردى بين زيادة تركيز مركبات أكاسيد الكبريت وبين زيادة نسبة معدلات الاصابة بالالتهاب الشعبى والربو وانتفاخ الرئة. كذلك يوجد علاقة طردية بين أكاسيد الكبريت فى معدلات تركيزه المرتفعة وبين الاصابة بسرطان الرئة.
كذلك يوجد ارتباط بين ارتفاع معدلات الاصابة بالأمراض النفسية وارتفاع معدلات النتروجين وان هذه الظاهرة تسود ما يزيد عن 85% من مدن الولايات المتحدة والتى يزيد عدد سكانها عن 500 ألف نسمة.

4 – فى عــام 1965، أصـيب 18 ألف شـخص من سكان مـدينة ريفر سايد بكاليفورنيا بالدوسنتاريا على نحو مفاجئ وكانت الأعراض غثيان، تقلصات، قئ، وكان السبب تلوث مياه الشرب بتسرب الملوثات من السيول ومن المصارف بدون معالجتها بالكلور.

5 – تعتبر صناعة البترول فى الأردن أحد أهم الملوثات، وتعتبر مصفاة البترول فى منطقة الهاشمية فى الزرقاء واحدة من أهم مصادر تلوث الهواء، حيث تتسبب فى انبعاث حوالى 21 ألف طن من غاز ثانى أكسيد الكبريت سنوياً وحوالى 1000 طن من أكاسيد الكربون ونحو 1500 طن من أكاسيد النتروجين.

6 – من تقارير منظمة الصحة العالمية، اتضح ان 80% من الأمراض المنتشرة فى الدول النامية تعود الى تلوث مياه الشرب وسوء عمليات الصرف الصحى ونقصها، ومن هذه الأمراض التيفود ـ التهاب الكبد ـ شلل الأطفال ـ الملاريا ـ الاسهال ....

7 – تساهم الرياح والسحب والتيارات المائية فى نقل الملوثات من بلد الى آخر فالأبخرة والدخان والغازات الناتجة من المصانع التى تنفثها المداخن فى غرب أوروبا تنقلها الرياح الى بلاد نائية وأماكن بعيدة مثل السويد وشمال غرب روسيا.

8 – تنقل أمواج البحار بقع الزيت التى تتسرب الى البحر من غرق الناقلات من موقع الى آخر مهددة الشواطئ الآمنة والأحياء البحرية.

9 – الاشعاعات النووية التى انبعثت من المفاعل النووى فى تشرنوبيل فى أبريل 1986 أصابت الكثير من الدول الأوربية ودول غرب أفريقيا وشمال آسيا.

10 – من دراسة تمت بالكويت لحماية البيئة، تبين أن ما تنفثه السيارات من أول أكسيد الكربون يبلغ حوالى 8400 طن سنوياً، فى حين تنفث الطائرات بمطار الكويت الدولى أكثر من 3500 طن أما حرق الوقود فى محطة التقطير بالشويخ فيؤدى الى اطلاق 136 طنا من أول أكسيد الكربون.

11 – فى مدينة لندن فى يناير 1952 حدثت كوارث بسبب الضباب الدخانى والذى خيم فوق المدينة لمدة ثلاثة أيام وانعدمت الرؤية يومها، وبلغ عدد الوفيات يوم ذاك نحو 4

آلاف شخص بسبب تلك الكارثة كما زاد عدد الوفيات بسبب الالتهاب الشعبى بمقدار عشر مرات.

12 - فى المكسيك عام 1950 ، ازداد تركيز كبريتيد الهيدروجين فى الهواء لمدة ساعة واحدة مما أدى الى وفاة 22 شخصا وفقدان 320 شخصا لحاسة الشم.

(ب) على المستوى الإقليمى

1 - كمية الأتربة المتساقطة على منطقة محددة من المعادى والى التبين بلغت:

145 طن للميل الواحد خلال شهر فى عام 1967

315 طن للميل الواحد خلال شهر فى عام 1974

371 طن للميل الواحد خلال شهر فى عام 1978

2 - بلغ تركيز الدخان فى القاهرة والمنبعث من مداخن المصانع والمنشآت الصناعية ومن السيارات كالآتى :

12 ميكرو جرام فى المتر المربع من الهواء فى شبرا الخيمة (مثال لمنطقة صناعية).

5 ميكروجرام فى المتر المربع من الهواء فى الدقى (مثال لمنطقة سكنية).

3 - يتطاير من مصانع بورتلاند للأسمنت بحلوان يومياً حوالى 2 طن من الأسمنت.

4 - درجة التلوث فى مصر بلغت أربعة أضعاف المسموح به عالمياً.

5 - عدد المصارف التى تستقبل مياه الصرف الصحى تصل الى 43 مصرفا وأغلبها يصب فى نهر النيل.

6 - يتم جمع 8 آلاف طن قمامة يومياً من القاهرة ويضاف إليها 3 آلاف طن أخرى من مخلفات المبانى والمرافق العامة.

7 - إجمالى المخلفات السائلة فى مصر 2.9 مليار متر مكعب سنوياً منها 0.5 مليار من مخلفات المصانع والتى تمثل نسبة 17%

8 - فى السويس، أدى تصاعد غاز الأمونيا من مصنع سماد عتاقة من أبريل 1995 الى تغيير طبيعة البيئة فى المنطقة واختناق بعض عمال المصنع وتأثر وحدة كهرباء عتاقة.

9 - إلقاء السفن التى تعبر بجوار الشاطئ نفاياتها مثل المواد البلاستيكية والأخشاب والزجاج والتى تدفعها الأمواج الى رمال الشاطئ.

10 - بعض المدن الساحلية تصرف مخلفاتها الصحية الى البحر مما يسبب تفشى البكتريا والميكروبات.

11 - متوسط فاقد الأسمنت المتطاير يوميا على منطقة حلوان 200 طن بنسبة 5.5% من الطاقة الانتاجية الكلية، هذا يؤدى الى انخفاض الأشعة فوق البنفسجية مما يسبب لأطفال حلوان أمراض الكساح ولين العظام.

الفصل الثانى
مكونات البيئة

تتكون البيئة من عناصر غير حية مثل الهواء والمياه والتربة ومن عناصر حية والتى تشمل جميع الكائنات الحية التى تعيش فى الغلاف الحيوى من نباتات وحيوانات وبشر.

سنتعرض فى هذا الفصل لمكونات البيئة :

(١) الأرض *"earth"*

تقدر المسافة بين سطح الأرض ومركزها بحوالى *6400* كم وتتركب الأرض من عدة طبقات وتعرف الطبقة الخارجية بالقشرة وهى مؤلفة من صخور تكون القارات وقاع المحيطات وتبلغ سمك هذه القشرة ما بين *5* ، *32* كم.

يلى طبقة القشرة الطبقة المغلفة بسمك *2900* كم ثم طبقة لب الأرض بسمك *3500* كم.

(٢) البحار والمحيطات *"Seas and Oceans"*

يحوى مياه البحر ملح ومواد كيميائية أخرى بينما مياه النهر عذب خالى من الملح وتختلف ملوحة مياه البحر فى أجزاء العالم المختلفة.

(٣) جو الأرض *(Atmosphere)*

يتألف الجو من طبقة غاز تحيط بالأرض وترتفع امتداداً فى الفضاء الى مسافة *800* كم، لكن معظم هواء الجو يقع ضمن نطاق *16* كم فوق سطح الأرض التى تشده اليها بالجاذبية. ويتناقص مقدار الغاز فوق هذا المستوى تدريجياً مع الارتفاع حتى يبقى القليل من الغاز ويبدأ الفضاء الخارجى.

تعتمد حماية الأرض على الدور الحيوى لجو الأرض من حيث شدة الحرارة والبرودة ومن الاشعاعات الضارة الناتجة من الشمس. كذلك فان جو الأرض يخزن ويحمل المياه والغازات الضرورية للحياة. يوضح جدول *(1-1)* مكونات جو الأرض من الغازات من حيث كل من الكتلة والحجم.

جدول (1-1) مكونات غازات جو الأرض اليوم

الغــــاز	من حيث الكتلة (الوزن)	من حيث الحجم (هواء الغلاف الجوى حتى 25 كم)
النتروچين	75%	78.09%
الأكسچين	23%	20.95%
ثانى أكسيد الكربون	0.04%	0.03%
الأرجون	1.3%	0.93%
بخار المياه	-	4%
الأوزون	-	0.000001%
غازات أخرى	0.66%	

تكون طبقة الهواء القريبة من سطح الأرض أسخن من الهواء فى الطبقات العليا، لأنها تسخن بالحرارة المشعة من الأرض أكثر مما تسخن بأشعة الشمس مباشرة.

وينقسم الغلاف الجوى الى الطبقات التالية، كما فى شكل (1-1) أ، ب.

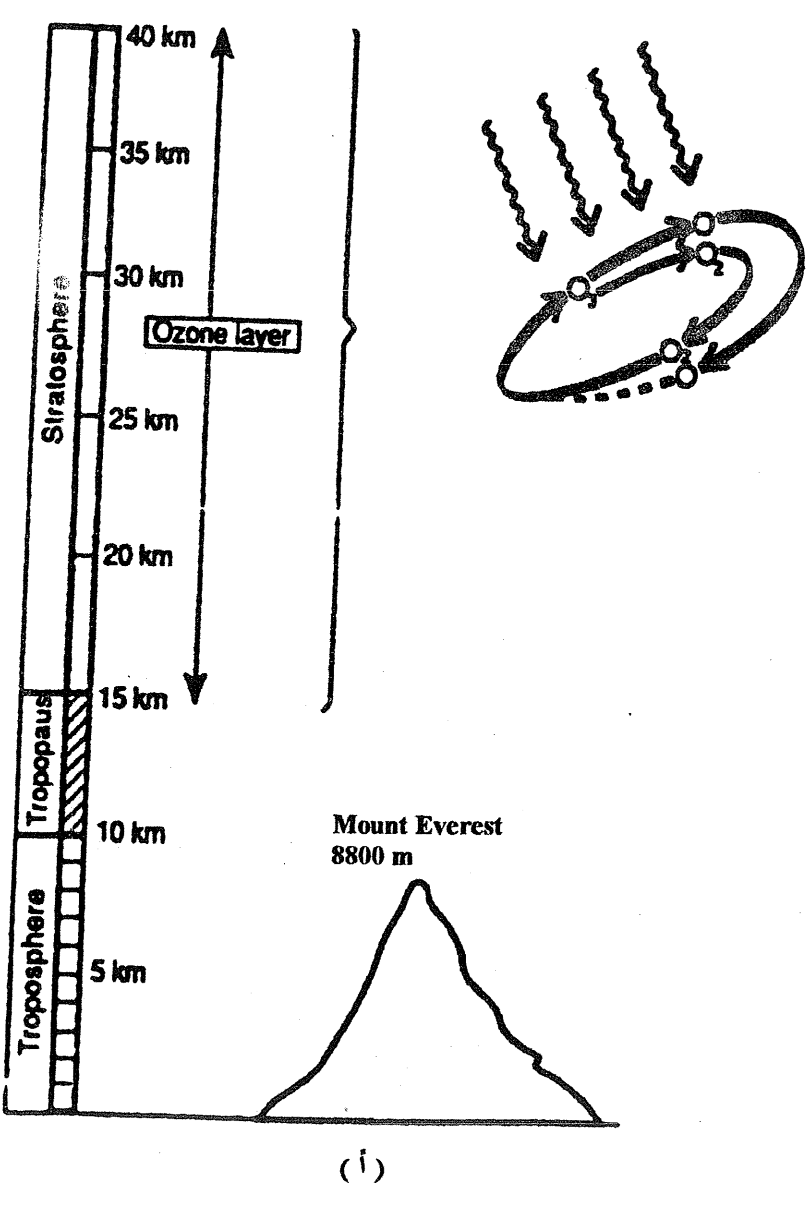
- **طبقة التروبوسفير** *Troposphere*

وهى الطبقة السفلى من الغلاف الجوى أو الطبقة اللصيقة لسطح الأرض وتمتد حتى حوالى 18 كم فوق خط الاستواء وحتى من 8 : 10 كم فوق القطبين ففى هذه الطبقة تحدث جميع الظواهر الجوية مثل الضباب والسحب والأمطار والرياح والمطبات الهوائية والعواصف. ومن المعلوم أن دورة بخار المياه مقصورة على هذه الطبقة فقط. تتناقص درجة الحرارة مع الارتفاع بمعدل درجة مئوية واحدة كلما ارتفعنا 160 متر الى أعلى. تغلف هذه الطبقة بطبقة تعرف «بالتروبوبوز» *(Tropopaus)* وتعتبر هذه الطبقة خطا وهمياً ينتهى عندها الانخفاض فى درجة الحرارة.

- **طبقة الاستراتوسفير** *(Stratosphere)*

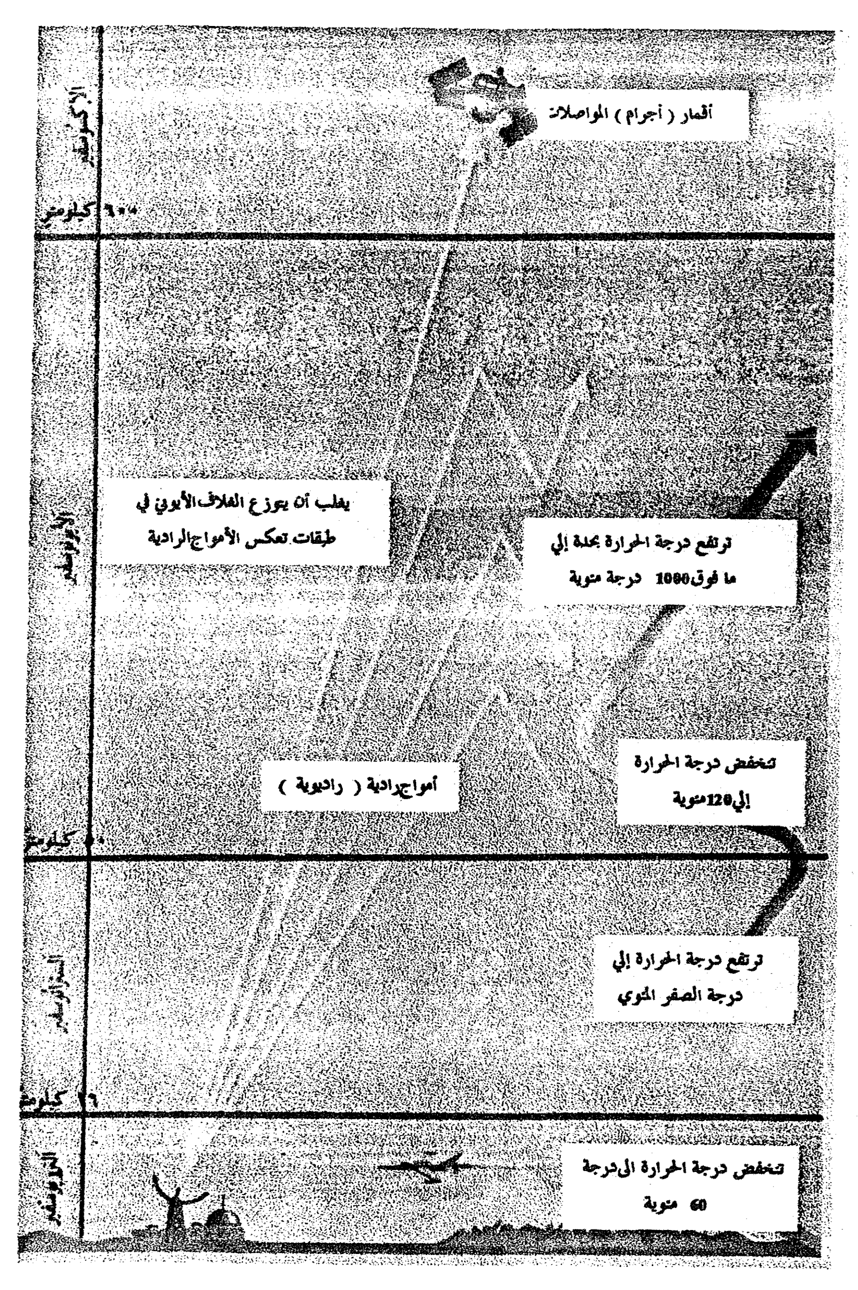
والتى تعرف أيضاً بطبقة السكون، تتميز هذه الطبقة بأن الجزء الأسفل منها يتميز بأن درجة حرارته ثابتة وهو مستقر تماماً، وبعد ارتفاع 30 كم تبدأ درجة الحرارة فى الارتفاع

اشعاعات UV والأوزون



(أ)

شكل (1 – 1) طبقات الغلاف الجوي



(ب)

شكل (1 – 1) طبقات الغلاف الجوي

وتصل أقصاها (*100* درجة مئوية) عند ارتفاع *60* كم ثم تنخفض حتى تصل الى *20* درجة مئوية. وسبب ارتفاع درجة الحرارة هو انتشار غاز الأوزون بكثرة عند هذه الارتفاعات (يطلق أيضاً على هذه الطبقة : طبقة الأوزون (*Ozone Layer*)) . هذا الغاز يمتص الأشعة فوق البنفسجية التى ترسلها الشمس حيث تتحول الى حرارة ترفع من درجة حرارة تلك المنطقة حتى تصل الى أقصى قيمة لها *100*°م.

• **طبقة ميزوسفير** (*Mesosphere*)

تقع هذه الطبقة على ارتفاع *80 : 85* كم من سطح الأرض وتتميز بانخفاض درجة الحرارة مع الارتفاع حتى تصل الى (*-100*) درجة مئوية.

• **طبقة الايونوسفير** (*Ionosphere*)

تقع هذه الطبقة على ارتفاع *80 : 300* كم وتتميز بانتشار ذرات الهواء المتأينه نتيجة لتعرضها للأشعة فوق البنفسجية والعوامل الجوية مثل الانخفاض الحاد فى درجات الحرارة وانخفاض الضغط.

• **طبقة الثرموسفير** *Thermosphere*

تقع هذه الطبقة على ارتفاع *80 : 800* كم من سطح الأرض، تتميز هذه الطبقة بارتفاع درجة الحرارة بدرجة كبيرة نظراً لوجود الأكسچين. كذلك تمتاز بشحناتها الكهربائية مما يجعلها وسطا موصلا للكهرباء.

• **طبقة الاكسوسفير** (*Exosphere*)

تمتد هذه الطبقة بين *800* إلى أكثر من *1000* كم نحو الفضاء الكونى. فى هذه الطبقة توجد الذرات والايونات والتى ليس بينها أى تجاذب.

(*4*) الطاقة الشمسية :

الشمس هى ذلك النجم الهائل الذى يزيد قطره عن *1.33* مليون متر وتبلغ درجة حرارة الشمس الخارجية حوالى *6000* درجة مطلقة.

تصنف الطاقات التى ترسلها الشمس، كما فى شكل (*1-2*) على النحو التالى :

* طاقة شمسية فى صورة أشعة فوق بنفسجية *(Ultra Violet radiation) UV* وطول موجتها *0.17 : 0.39* ميكرون (ذات تأثير كيماوى).
* طاقة شمسية فى صورة أشعة مرئية *(visible light)* وطول موجتها *0.4 : 0.74* ميكرون (ذات تأثير كيماوى).

* طاقة شمسية فى صورة أشعة تحت الحمراء IR *(Infrared Radiation)* وطول موجتها 0.75 : 0.4 ميكرون (وهى أشعة حرارية).

(5) طبقة الأوزون

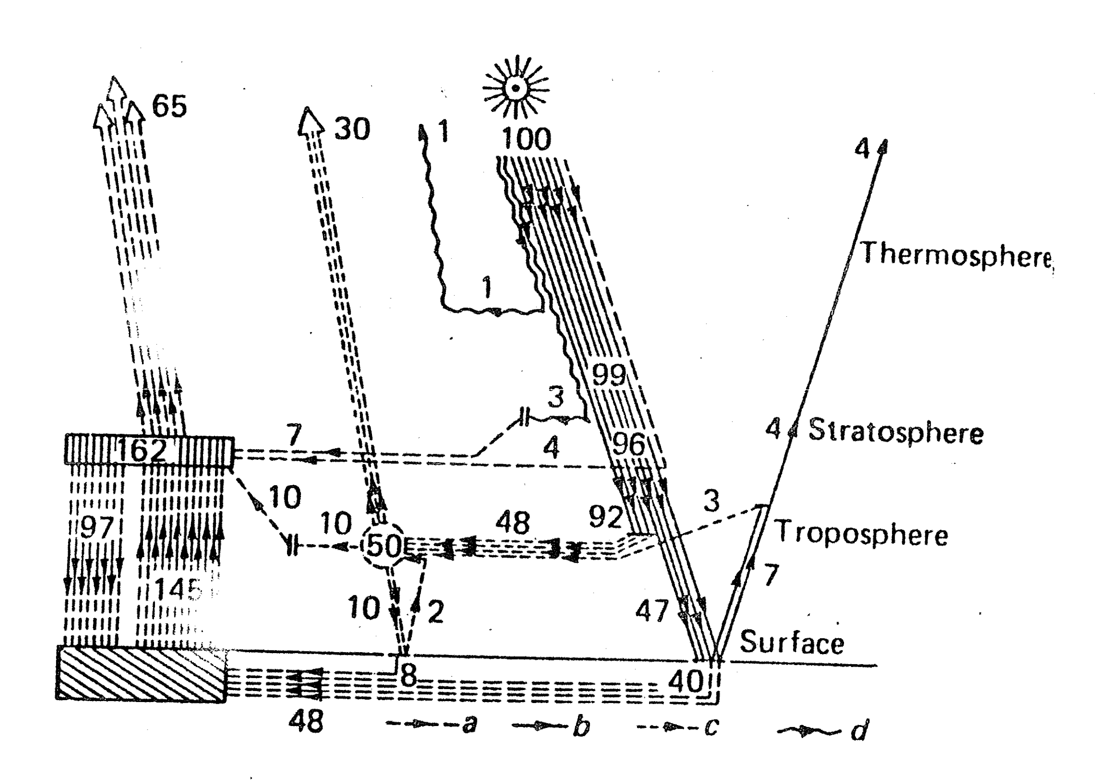
يشكل الأوزون طبقة رقيقة سمكها لا يتجاوز عدة ملليمترات تحيط بالكرة الأرضية وتقع فى طبقة الستراتوسفير وهى تمتص حوالى نصف الاشعاعات ما فوق البنفسجية الحارقة الآتية من الشمس.

والأوزون هو غاز شفاف ورمزه الكيميائى (O_3) أى يتكون من ثلاثة ذرات من ذرات الأكسجين، يميل الأوزون الى الزرقة، وهو غاز سام للانسان حتى لو تناوله بجرعات صغيرة جداً. يتكون الأوزون فى الطبيعة بالتفريغ الكهربائى وبالبرق بينما يتكون صناعياً بإستخدام أجهزة خاصة تعمل بجهد كهربى مرتفع.

للأوزون فوائد متعددة فى الحياة منها.. قتل البكتريا والڤيروسات والطفيليات لذا يمكن استخدامه فى معالجة مياه الشرب ومياه الصرف الصحى وفى التعقيم ومزيل للألوان.

وبذلك يمكن القول بأن وجود الأوزون فى الغلاف الجوى يعمل على تنظيف أو تعقيم البيئة بالاضافة الى حماية الأرض فى الطبقات العليا من الأشعة فوق البنفسجية التى تصلنا من الطاقة الشمسية.





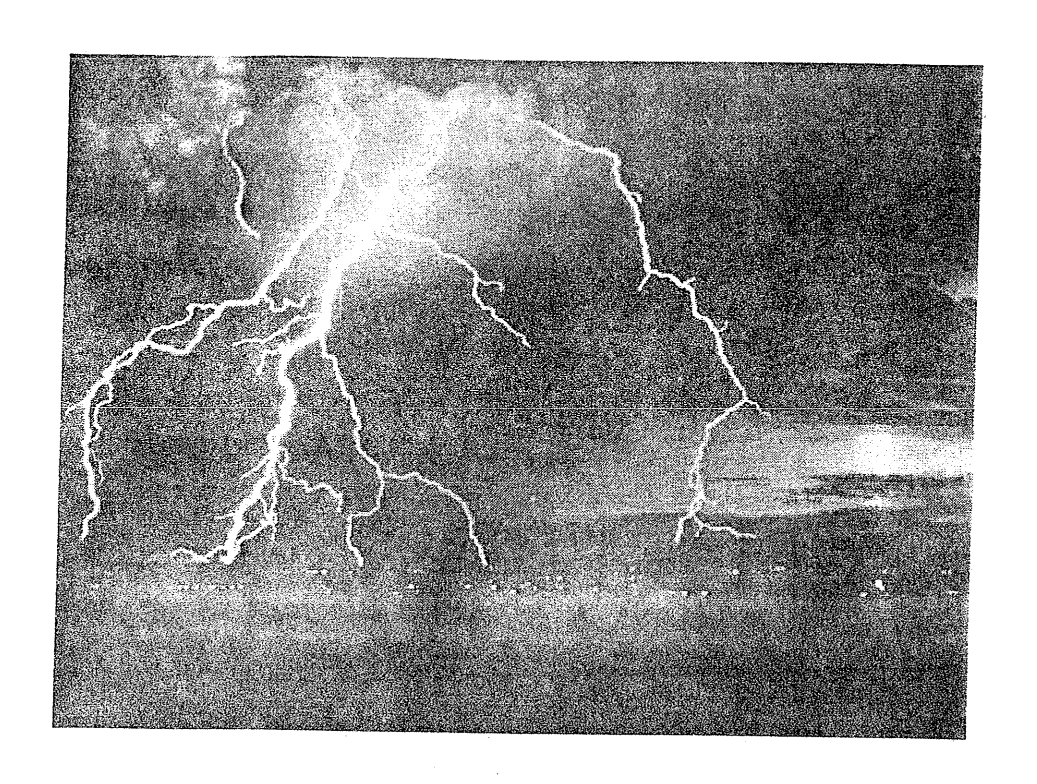
شكل (2 -1) الاتزان الحراري للأرض

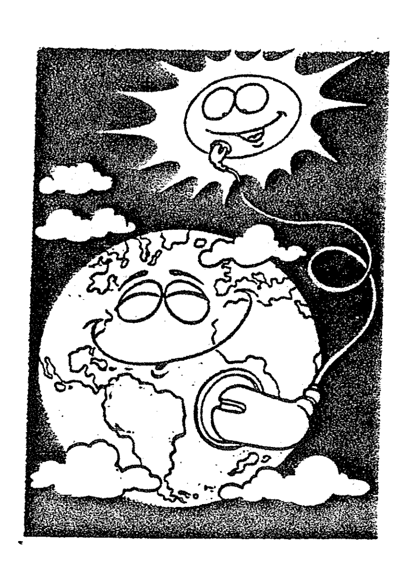
(a) الإشعاعات تحت الحمراء

(b) ضوئي مرئي مباشر

(c) ضوئي مرئي غير منتشر

(d) الإشعاعات فوق البنفسجية





الفصل الثالث
التأثيرات البيئية

مقدمة

فى البداية اهتم مسئولى البيئة بأنواع وتأثير السميات شديدة الخطورة على الانسان وبقية الكائنات الحية، وأعتقدوا أن التأثيرات البيئية المحلية والاقليمية ترجع الى تصريفات الصناعات المحددة غير المقصودة. ولكن أصبح من المعروف حالياً أن التأثيرات البيئية العالمية تعتبر نتيجة الأنشطة البشرية المختلفة... لذا زاد الاهتمام بالدراسة والبحث والاستكشاف لأسباب وعلاج التأثيرات البيئية.. ثم التوعية بالبيئة للأشخاص ومسئولى الصناعة والسياسيين. وأصبح من الواضح الانفاق المكثف لمراقبة وتقليل التلوث البيئى على المستوى العالمى.

تؤثر أغلب الأنشطة البشرية، مثل التصريفات الكيميائية من الصناعة فى الهواء والمياه، فى البيئة بطرق مختلفة.

يمكن تصنيف التأثيرات البيئية الى : محلية واقليمية وعالمية. فبعض الأنشطة البشرية تؤثر على المناطق المحيطة القريبة، مثل الصناعة، بينما توجد أنشطة لها تأثير اقليمى أو عالمى.

(أ) التأثيرات المحلية *Local effects*

تحدث التأثيرات المحلية من تصريفات المصانع والتى بدورها تؤدى الى موت الأسماك والحيوانات والاضرار بالمساحات الخضراء المحيطة بالمصانع. ويمكن أحياناً حدوث نفس التأثير نتيجة الانبعاثات العادية على المدى الطويل.

من أمثلة الأنشطة المحلية المزعجة، والملوثة سمعيا للبيئة الشوشرة الناتجة عن المراوح والماكينات الدوارة، بينما الأتربة والجزئيات العالقة والنفايات تلوث الهواء والمياه.

إذا كانت هذه المؤثرات مستمرة أو متكررة أو مركزة فإنها تكون أكثر خطورة على البيئة. يعتمد التأثير المحلى على نوعية المصانع وما تصدره من تلوثات وأماكن تمركزها. يمكن أن تشترك بعض المصانع فى نوع الملوثات الأمر الذى يؤدى الى صعوبة الوصول الى بيان عام للتأثيرات والملوثات إلا بعد إجراء مسح بيئى *(Invironmental survey)* لأنواع الصناعات المختلفة.

(ب) التأثيرات الاقليمية *Regional effects*

من أمثلة التأثيرات الاقليمية تسمم البحيرات والأنهار وتدمير الغابات والأشجار. وتحدث التأثيرات الاقليمية من التلوثات الناتجة من المصانع الواقعة فى المناطق القريبة من هذه الأماكن.

من الصعب تحديد التأثيرات المحلية حول أحد المصانع، أو المصنع المجاور له،

عند صرف المخلفات الصناعية لمجموعة من المصانع فى نفس المصرف، فإن كثير من الطحالب تبدأ فى النمو بالمصرف مؤدية الى إنخفاض نسبة الأكسچين وبالتالى موت كثير من الأسماك.

كما أن هذه التأثيرات يمكن أن تؤدى الى تصريف مركبات الفوسفور (P_{15}) والنيتروچين (N_2) الى المصرف، أيضاً يمكن أن يظهر تأثير أكاسيد الكبريت (SO_X) والنيتروچين على الأشجار فى نفس المنطقة.

وتسبب أكاسيد الكبريت زيادة فى حموضة التربة بينما تعمل أكاسيد النيتروجين (NO_x) للتسميد وتساهم أيضاً فى حموضة التربة. الكبريت والنيتروجين من الملوثات الناتجة عن تشغيل محطات توليد الطاقة الكهربائية وهذه الملوثات تنتقل وتنتشر لمساحات شاسعة.

منذ وجود عمليات الاحتراق وتوليد الطاقة الكهربائية فى جميع أنحاء العالم ظهرت الملوثات البيئية والتى تنتقل لمسافات بعيدة وتظهر فى صورة تأثيرات اقليمية وعالمية.

(جـ) التأثيرات العالمية *Global Effects*

من أكثر التأثيرات الخطيرة العالمية اليوم تأثيرات الاحتباس الحرارى (*greenhouse*) لما تسببه من اضرار بطبقة الأوزون.

يحتوى الجزء العلوى من الغلاف الجوى، التروبوسفير (*troposphere*) على بعض الغازات الطبيعية والتى تحافظ على الاتزان بين الحرارة المشعة من المحيطات ورجوعها الى الأرض وتشع الحرارة الى العالم.

من هذه الغازات : البخار (H_2O)، ثانى أكسيد الكربون، (CO_2)، الأوزون (O_3)، الميثان (CH_4)، الغاز الضاحك (N_2O) [عبارة عن مخدر يستعمل فى طب الأسنان (*Laughing gas*)].

يزيد تركيز هذه الغازات نتيجة الأنشطة البشرية المختلفة. تقول بعض النظريات أن هذا سيؤدى الى تغيير المناخ على المدى الواسع. حيث سترتفع درجة الحرارة والنتيجة ارتفاع مستوى البحر والجفاف الشديد فى بعض المناطق.

ينتج ثانى أكسيد الكربون من بعض الأنشطة البشرية ومن التنفس الاحيائى (البيولوجى) الطبيعى وعند فساد المواد البيولوجية. ويمتص ثانى أكسيد الكربون فى عمليات البناء الضوئى *(Photosynthesis)* وفى البحار أيضاً. وقد زاد تركيز ثانى أكسيد الكربون عالمياً خلال المائة سنة الماضية وذلك نتيجة عمليات احتراق الوقود وقطع الأشجار والاضرار بالغابات.

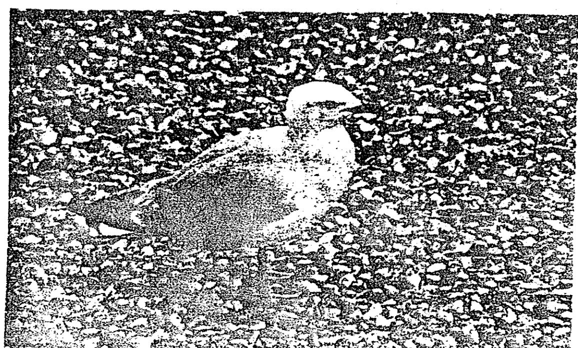
يعتمد تركيز الأوزون فى التروبوسفير على التفاعل الكيميائى مع الهيدروكربونات وأكاسيد النتروجين وأكاسيد الكربون. ويعتقد أن تركيز الأوزون سيزيد بسبب الانبعاثات المختلفة للهيدروكربونات الناتجة طبيعياً من العمليات البيولوجية ومن الأنشطة الصناعية.

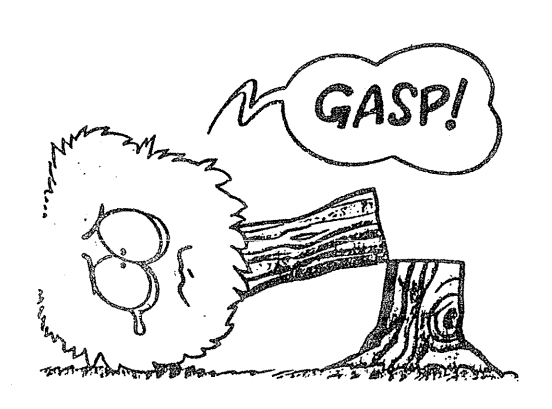
ينتج الميثان (CH_4) والغاز الضاحك (N_2O) من العمليات البيولوجية، ولقد زاد أيضاً تركيز هذه الغازات خلال المائه سنة الماضية ويعتقد أن السبب هو زيادة توالد الحيوانات وانتاج المحاصيل والاحتراق واستخدام الأسمدة.

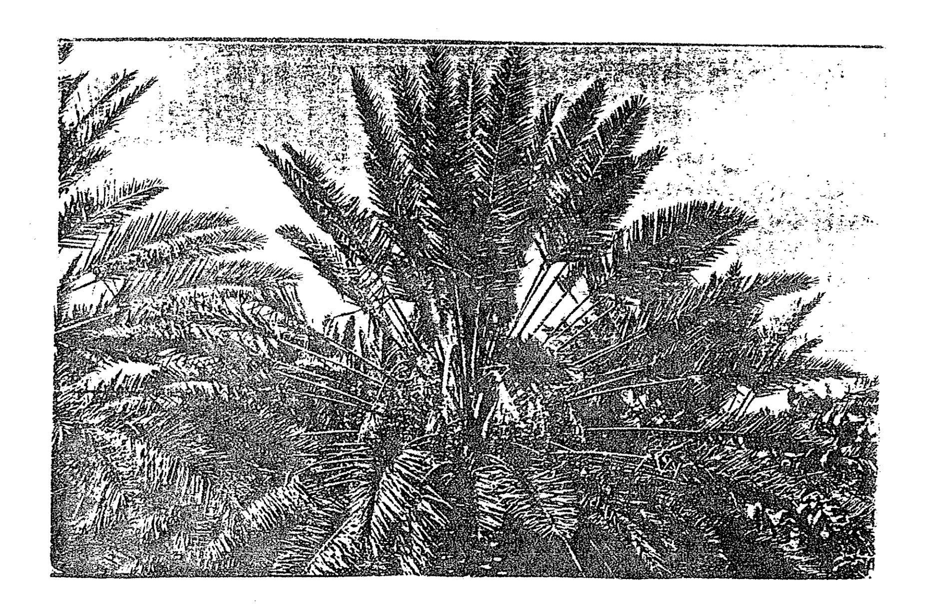
فى طبقة الاستراتوسفير *(Stratosphere)* وهى الطبقة فوق التروبوسفير *(Troposphere)* . يقوم الأوزون بحماية الأرض من الاشعاعات فوق البنفسجية *(ultra-violet)(UV)* المنبعثة من الشمس.

خلال السنوات الماضية اكتشف العلماء تغييرا فى الطبقة الأوزونية. ويعتقد أن السبب فى ذلك هو التفاعلات الكيميائية مع الكلورين *(Chlorine)* الموجود فى الكلوروفلوروكربون *(Chloroflourocarbons) (CFC)* والذى يطلق عليه أيضاً الفريون *(Freon)* . هذه الكيماويات تكون مستقرة *(Stable)* ولا تنتقل الى طبقة الستراتوسفير نتيجة لتفاعلها مع الأوزون. وللغاز الضاحك نفس الخصائص من حيث التأثير فى طبقة الأوزون.

كان من الشائع استخدام *(CFC)* لتنظيف العناصر الالكترونية وكوسط مبرد فى الثلاجات والطلمبات الحرارية وأيضاً فى انتاج البلاستيك الرغوى *(Foam)* ونتيجة القيود العالمية فقد قل استخدام *(CFC)* .




GASP!



الفصل الرابع
الوقود والطاقة

حتى القرن الثامن عشر، كانت جميع استخدامات الطاقة يتم توفيرها محلياً، ومن مصادر الطاقة التقليدية، والتى تمثلت فى طاقة الانسان والحيوان، الأخشاب، الفحم النباتى والعضوى، طاقة الرياح والمياه، الروث، مخلفات المحاصيل...

بقدوم العصر الصناعى، سعى البشر الى استخدام الطاقة لجميع الخدمات، مثل التدفئة، التبريد، الطهى، الانارة، القوى المحركة.

(*1*) أنواع الوقود :

ينقسم الوقود الى وقود احفورى مثل الفحم، النفط، الغاز الطبيعى، ووقود غير احفورى مثل الطاقة النووية والطاقة المتجددة.

الوقود الاحفورى *Fossl Fuels*

تعنى كلمة الاحفورى : بقايا حيوان أو نبات متحجرة فى أديم الأرض ويستخدم كوقود ويوجد على صورة غاز أو سائل، أو صلب.

يوضح جدول *(2-1)* المكونات الرئيسية لأنواع الوقود.

وفيما يلى توضيح كل نوع من أنواع الوقود.

(أ) الوقود الغازى *Gaseous Fuels*

يمتاز هذا النوع بسهولة المعالجة والمعاملة والتحكم، ولا يحتوى تقريباً على رماد، وبانخفاض كمية الهواء الزائد المطلوب لعملية الاحتراق، وأنه نظيف.

من أنواع الوقود الغازى الشائع الانتشار الغاز الطبيعى *(natural gas)* والذى يتواجد فى الصخور المسامية والتشكيلات الصخرية وفى التجويفات أسفل سطح الأرض.

جدول (1-2) العناصر المكونة لأنواع الوقود السائل / الغاز / الصلب

نـــوع الوقــود	العناصر المكونة للوقود	النســـبة
النفط Fuel Oil	كربون (C_6)	بالوزن 85.7
	هيدروجين (H_2)	10.5
	كبريت (S_{16})	2.8
	اكجسين ونيتروجين (N_2) (O_2)	0.92
	رماد (ash)	0.08
غاز طبيعى Natural gas	ميثان (CH_4)	بالحجم 77.73
	ايثان (C_2H_6)	5.56
	هيدروكربون (H_2C)	4.21
	كبريتات الهيدروجين (H_2SO_4)	7.00
	ثانى أكسيد الكربون (CO_2)	5.5
فحم Coal	رماد (ash)	بالوزن 9.47
	كربون (C_6)	77.29
	هيدروجين (H_2)	4.59
	اكسجين (O_2)	5.61
	نيتروجين (N_2)	1.73
	كبريت (S_{16})	1.31

يتكون الغاز أساساً من الميثان (CH_4) *(methane)* وكميات صغيرة من الهيدروكربونات $(H.C)$ *(hydrocarbons)* مثل الايثان (C_2H_6) *(ethane)*، وكبريتيد الهيدروجين (H_2S) *(hydrogen sulphide)* وثاني أكسيد الكربون *(Carbon dioxide)* CO_2 والنتروجين (N_2) *(Nitrogen)*.

يتم توزيع الغاز الطبيعي من خلال شبكة أنابيب، عند ضغوط مختلفة، حيث يعمل نظام التوزيع عند ضغوط أعلى ثم يقل ضغط الغاز خلال مجموعة متتالية من الصمامات وحتى وصوله الى مكان الاستخدام.

يمتاز الوقود الغازي بسهولة انتشاره في الهواء.

(ب) الوقود السائل *(Liquid Fuels)*

الوقود السائل هو مشتقات البترول *(Petroleum derivatives)* والتي تتكون من خليط من مركبات الهيدروكربونات *(Hydrocarbons)*.

يمتاز الوقود السائل بسهولة المعالجة والتحكم فيه، ويحتوي على قليل من الرماد، يعتبر الوقود السائل رخيصاً نسبياً وفي بعض البلدان يكون أرخص من الغاز الطبيعي ومن الفحم (خاصة اذا احتاج الفحم الى مصاريف انتقال). يحتاج الوقود السائل الى تسهيلات تخزين في المواقع ومعدات مساعدة مثل الطلمبات والسخانات...

يتم الحصول على زيت الوقود الثقيل *(Heavy)* أو المتبقي *(Residual)* عند اخضاع البترول الخام لعمليات تكرير جزئية والتي تقطر المركبات الأكثر تطايراً *(Volatile)* مثل الجازولين والكيروسين وتكون القيمة الحرارية للزيوت الثقيلة حوالي من 42000 الى 44000 KJ/Kg

بينما يتم الحصول على زيت الوقود الخفيف *(Light)* بمعالجة البترول الخام بعمليات تكسير *(Cracking)* وتقطير *(Distillation)* وتكون القيمة الحرارية للزيوت الخفيفة حتى 46000 KJ/Kg

ينقسم الوقود السائل الى خمس درجات والتي يشار إليها بالأرقام من 1 الى 6 (فيما عدا الرقم 3).

(جـ) الفحم الحجري *(Coal)*

يقدر علماء الأرض أن الفحم قد تكون منذ 350 مليون سنة في العصر الكربوني حيث تعرضت بقايا أحراش المستنقعات لضغط الرمال والطين ومواد أخرى تراكمت فوقها، فتحول

النبت الدفين على مر الزمن الى فحم وتحولت المواد المتراكمة الى صخر وتربة، ويختلف أنواع الفحم من اللجنيت البنى اللون وهو الأحدث عهداً الى الانثراسيت وهو الفحم الصلب الأقدم عهداً.

يوضح جدول *(1-3)* خصائص السولار والمازوت والغاز الطبيعى من حيث الثقل النوعى والكثافة والقيمة الحرارية العليا والنسبة بين القيمة الحرارية الدنيا الى القيمة الحرارية العليا.

ويوضح جدول *(1-4)* التحليل النموذجي للغاز الطبيعى.

بينما يوضح جدول *(1-5)* الخصائص النموذجية للمازوت والسولار.

ويبين جدول *(1-6)* متوسط الاحتراق للبجاس (مصاصة القصب).

أما جدول *(1-7)* فيوضح التحليل النموذجي للمازوت والسولار.

ويبين جدول *(1-8)* خواص الفحم الجاف.

ويوضح جدول *(1-9)* مقارنة بين مكونات الغاز الطبيعى فى حقول كل من مصر والجزائر وهولندا وأمريكا.

وفيما يلى تعريف المصطلحات المستخدمة فى هذه الجدول :

(1) **الثقل النوعى** *Specific Gravity*

هى النسبة بين كتلة أى حجم من الزيت عند $15.5\ C^{\circ}$ وكتلة نفس الحجم من المياه عند $15.5\ C^{\circ}$

(2) **القيمة الحرارية للوقود** *Heating Value*

(وتعرف أيضاً بحرارة الاحتراق *Heating of Combustion* أو بالقيمة السعرية *Calorific value*).

هى كمية الحرارة الناتجة من إحتراق وحدة الأوزان من الوقود احتراقاً كاملاً.

جدول (3-1) خصائص الوقود

الخصائص	الوقـــود		
	سولار Solar	مازوت Mazout	الغاز الطبيعى NG
الثقل النوعى Specific Gravity	0.8659	0.9861	--
الكثافة (Kg / m^3) Density	865.9	986.1	
القيمة الحرارية العليا Higher Heating Value (HHV)	40.77 GJ/ton 9.74 G cal/ton 0.974 toe/ton	39.98 GJ/ton 9.55 G cal/ton 0.955 toe/ton	$0.037\ GJ/m^3$ $0.009\ G\ cal/m^3$ $0.0009\ teo/m^3$
النسبة بين القيمة الحرارية العليا إلى القيمة الحرارية الدنيا Ratio of Lower to Higher Heating Value	0.94	0.94	0.9

(3)القيمة الحرارية العليا *Higher Heating Value*

(أو القيمة الحرارية الاجمالية *Gross Heating Value***)**

تحسب بإضافة الحرارة الكامنة لتبخر المياه الموجودة ضمن نواتج عملية الاحتراق وعدم حذفها وذلك على أساس تكثف البخار الى مياه مرة أخرى.

(4) القيمة الحرارية الدنيا *Lower Heating Value*

(أو القيمة الحرارية النهائية *Net Heating Value***)**

وهى تساوى القيمة الحرارية العليا مطروحاً منها كمية الحرارة الكامنة لتبخر المياه المشتمل عليها نواتج عملية الاحتراق.

جدول (1-4) التحليل النموذجى للغاز الطبيعى

العنصر	القيمة
الميثان Methan ايثان Ethane بروبان Propan بيوتان Butane نيتروجين Nitrogen	94.6% 1.0% 0.3% 0.2% 3.9%
المياه	112.13 mg l m^3 at 1 atm
الكبريت	114 mg / m^3
الثقل النوعى	0.59 (related to air as 1.0)
الكثافة	0.719 Kg / m^3 (750 mmHg & 15.5 C° wet)
القيمة الحرارية العليا cross calorific Value	36141 KJ / m^3 (750 mmHg & 15.5 C° wet)

جدول (1-5) الخصائص النموذجية لأنواع الوقود الشائع

الخصائص	المازوت	السولار
الثقل النوعى عند 15.5 C° (أقصى قيمة)	0.960	0.870
نقطة الوهيج (Flash point) (أدنى قيمة) C°	65.5	54.4
نسبة الكبريت الجاف بالوزن (أقصى قيمة)	3.5	1.0
اللزوجة (الخشب الأحمر رقم 1) عند درجة 43.3 C° (أقصى قيمة)	1500 sec	-
نقطة الانصباب (Pour Point) (أدنى قيم) C°	23.8	1.6
نسبة المياه بالحجم (أقصى قيمة)	0.75	0.05
نسبة الرسوب بالوزن (أقصى قيمة)	0.15	0.01
القيمة الحرارية العليا KJ/Kg	43000	44200

جدول *(1-6)* متوسط الاحتراق للبجاس (مصاصة القصب) *[Bagasse]*

العنصر	النسبة ٪
الألياف *(Fiber)*	40 %
السكر *(Sugar)*	1.5 - 2.5 %
الرطوبة *(Moisture)*	45 - 55 %
الرماد *(Ash)*	1.5 - 2.5 %
متوسط القيمة الحرارية العليا للبجاس الجاف	17700 - 21200 w/kg

جدول *(1-7)* التحليل النموذجي للوقود الأحفوري

	السولار	المازوت
محتوى الكبريت *Sulphar content by Wt%*	0.9%	3 %
محتوى الكربون *Carbon content by Wt%*	86.3%	85 %
محتوى الهيدروجين *Hydrogen content by Wt%*	12.8%	11 %
محتوى الاكسجين *Oxygen content by Wt%*	--	1 %

جدول *(1-8)* خواص الفحم الجاف

الخاصية	Wood خشب	Anthrasit انثاراست	Brown بنى	Koke كوك
نسبة الكربون بالوزن	45	93	75	95
نسبة الايدروجين بالوزن	5.5	4	6	0.5
نسبة الشوائب بالوزن	49.5	3	19	4.5
القيمة الحرارية الدنيا MJ/Kg	15	33	25	33
الكثافة Kg/m^3	450	1350	1200	800

جدول (1-9) مقارنة بين مكونات الغاز الطبيعي فى بعض البلدان

البلد	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	N_2	C_4H_{10}	O_2
مصر	97.5%	1.5%	0.5%	0.5%	-	-
الجزائر	79.6	7.4	2.7	5.11	5	-
هولندا	81.3	2.84	0.43	14.32	0.14	0.01
أمريكا	76.2	4.0	2.6	12.8	1.3	2

الطاقة النووية *Nuclear Energy*

بلغ عدد محطات توليد الكهرباء العاملة بالطاقة النووية (بالانشطار) *(fission)* فى العالم حوالى 420 محطة طاقة نووية تجارية فى حالة تشغيل، تولد طاقة اجمالية تقدر بحوالى 340 مليار وات، بالاضافة الى أكثر من 80 محطة طاقة نووية تحت الانشاء.

والتى يتوقع أن تضيف 70 مليار وات أخرى من الطاقة الكهربائية فى عام 2000، ولقد أنشئت أول محطة نووية لانتاج الكهرباء فى روسيا عام 1954 وتلتها انجلترا عام 1956 وتوالى انشاء المحطات النووية لتوليد الكهرباء فى 27 دولة فى العالم.

تتكون الذرة من نواة تدور حولها الكترونات، وتحتوى النواة على البروتونات والنيترونات. ولذرة اليورانيوم 235 (U 235) خاصية الانشطار أى تنقسم الى ذرتين لعنصرين يقل مجموع وزنهما عن وزن اليورانيوم بقليل وتنتج عن هذه العملية طاقة هائلة. ويعتبر اليورانيوم هو العنصر الفعال فى انتاج الطاقة النووية، فالطاقة الناتجة عن انشطار جرام واحد من اليورانيوم 235 تكافئ الطاقة الناتجة من حرق 2.4 طن فحم أو تكافئ الطاقة الناتجة من 11.2 برميل بترول.

أو بمعنى آخر :

الطاقة الناتجة من انشطار جرام واحد من اليورانيوم 235 يساوى 75 مليون وحدة BTU أو يساوى 19 مليون كيلو سعر.

أيضاً، ينتج عنه 3 نيترونات جديدة تصطدم بذرات اليورانيوم 235 ويستمر التفاعل. تستخدم الطاقة الحرارية الناتجة فى توليد البخار من مياه المبرد للمفاعل أو عن طريق مبادل حرارى. ثم يستخدم البخار المتولد فى إدارة التوربينات لتوليد الطاقة الكهربائية.

يوضح جدول *(1-16)* موارد الطاقة النووية، وهى تتعلق بموارد اليورانيوم القابلة للاستخلاص باسعار فى حدود *130* دولار أمريكى للكيلو جرام.

ومن المعروف أن تكاليف انتاج الكهرباء من المفاعلات النووية تتميز بأنها أرخص كثيراً من المحطات التقليدية التى تستخدم الفحم والبترول وهذا ما شجع على انتشارها عالمياً، على الرغم من ارتفاع تكلفة انشاء المحطة وطول مدة انشائها والتى قد تصل الى أكثر من سبع سنوات. هذا ولقد أجريت محاولات كثيرة لرفع كفاءة المفاعلات النووية المستخدمة لتوليد الكهرباء وزيادة درجة الأمان بها.

إنتاج الطاقة من الاندماج النووى *(Fussion)*

يمثل انتاج الطاقة من الاندماج النووى الصورة العكسية لتفاعلات الانشطار النووى بينما يماثل ويشابه ما يحدث فى الشمس من تفاعلات. ويحقق هذا النوع من إنتاج الطاقة الحصول على طاقة نظيفة ورخيصة بكميات كبيرة جداً وبشكل مستمر.

الاندماج هو مصدر الطاقة الشمسية والنجوم، وهو المصدر الفعلى للكون، حيث ان الشمس تعتبر مفاعل طبيعى عملاق للاندماج النووى. ولذا فإن مفاعل الاندماج النووى ليس به أية أضرار، لأنه يقوم أساساً على اقتراب بعض العناصر المتأنية والتغلب على قوى التنافر بينها فيتم الالتصاق ببعضها وحدوث حالة الاندماج الذى يتم فى وسط من الأيونات والكترونات وله درجة حرارية عالية جداً تصل من *100* الى *200* مليون درجة مئوية، ويعرف هذا الوسط بالبلازما، يخلق هذا الاندماج عنصر جديد مع انطلاق نيوترونات ذات طاقة عالية جداً وتحرر الطاقة الهائلة نتيجة هذا التفاعل، ويعتبر أهم تفاعل اندماجى حتى الآن هو التحام أنوية نظائر ذرات الايدروجين ويؤدى هذا الاندماج الى تحول جزء صغير جداً من أوزانها الى كم هائل من الطاقة (البلازما) تعادل *17.6* مليون الكترون ڤولت، وتنطلق نيوترونات ذات سرعات عالية، تحت درجة حرارة *200* مليون درجة مئوية لتسخين هذه الذرات حيث توجد البلازما عند هذه الدرجات الحرارية، ولقد وجد أن المحتوى المناسب لحصد هذه البلازما هو المجالات الكهرومغناطيسية الذى يعادل *100* مليون مرة شدة المجال المغناطيسى الأرضى، ويقدر زمن احتواء حصر طاقة البلازما من *1* الى *2* ثانية ويعرف هذا النظام بالاحتواء المغناطيسى، ويتم تصميم المفاعل بحيث تصطدم هذه النيوترونات وتتوقف داخل غلاف من مركب الليثيوم *6* (أو الليثيوم *7*) الذى يبطن قلب المفاعل، ويؤدى هذا الى امتصاص النيوترونات مما يرفع درجة حرارة قلب المفاعل والتى تستخدم فى تسخين غلايات البخار ومنها التوربينات ثم المولدات الكهربائية.

فى نفس الوقت فإن النيوترونات الممتصة داخل الليثيوم (*Li*) تقوم بتوليد الترنيوم داخل المفاعل حتى يستمر التفاعل الاندماجى بين الديوتريم والترنيوم.

من مميزات الحصول على طاقة من الاندماج النووى :

(*1*) مصدر غير محدود للطاقة

وذلك لتوافر الوقود اللازم له بكميات كبيرة وهائلة، حيث يوجد الديوتريم فى مياه البحار، ونحصل على الترنيوم من تفاعل النيوترونات مع خام الليثيوم والمتوفر بكثرة فى جميع أنحاء العالم.

(*2*) قلة كمية الوقود اللازم ورخصه

لإنشاء محطة قوى تعمل بالاندماج النووى تنتج *1000* ميجاوات يتطلب ذلك وقود وزنه نصف طن فى السنة وهذا الوقود متوافر ورخيص الثمن ويكفى العالم لأكثر من *10* آلاف مليون سنة.

(*3*) إنتاج طاقة هائلة

لقد وجد إن الطاقة التى تحصل عليها من نويات ديوتريم (الهيدروچين الثقيل) الموجود فى لتر واحد من المياه تعادل الطاقة الناتجة من احتراق *330* لتر جازولين. وان الطاقة الناتجة من *135* طن من تفاعلات الديوتريم تعادل الطاقة الناتجة من احتراق *1.70* مليون طن فحم أو *85* ألف طن من اليورانيوم فى مفاعلات التوليد السريع.

(*4*) يعطى طاقة نظيفة لاحتوائه على كمية قليلة من الوقود وتستمر لفترة صغيرة جداً ولا توجد مواد مشعة طويلة الأمد نتيجة التفاعل.

(*2*) المعالم المستقبلية للطاقة على المستوى العالمى

وضع مجلس الطاقة العالمى [1] (*World Energy Council*) تقرير يوضح المعالم المستقبلية للطاقة على المستوى العالمى ويبرز أهم ما جاء فى البحوث التى عرضت فى مؤتمر الطاقة العالمى الخامس عشر والذى انعقد فى مدريد بأسبانيا فى الفترة من *20* : *25* سبتمبر *1992*.

(*1*) مجلس الطاقة العالمى هو منظمة دولية غير حكومية تضم فى عضويتها ممثلى لجان الطاقة من *100* دولة وتتركز أهدافها فى دراسة وتحليل ومناقشة قضايا الطاقة. وتعتبر المؤسسة الوحيدة على المستوى العالمى التى تتميز بشمولية تناولها لموضوعات الطاقة، مصادرها، واستخدامها، أو بصفة خاصة العلاقات المتبادلة بين أشكال الطاقة المختلفة، وتركز على احتياجات الدول النامية من الطاقة.

فى هذا الفصل سنعرض بعض المعالم المستقبلية للطاقة على المستوى العالمى.

يوضح جدول *(1-10)* الاحتياطات المؤكدة من الوقود الأحفورى.

بينما يوضح جدول *(1-11)* أقصى تقدير لمصادر الوقود الأحفورى.

وضع مجلس الطاقة العالمى وصف لأربعة حالات محتملة للطاقة، تمثل كل منها افتراضات مختلفة بشروط التنمية الاقتصادية، وكفاءة الطاقة ونقل التكنولوجيا وتمويل التنمية حول العالم. كل حالة من الحالات الأربعة تغطى نطاقاً واسعاً من الاحتمالات. يبين جدول *(1-12)* وصف حالات الطاقة الأربعة التى وضعها مجلس الطاقة العالمى والمسماه أ، ب *1*، ب، جـ.

يوضح شكل *(1-3)* الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود الأحفورى لحالات الطاقة الأربعة.

بينما يوضح جدول *(1-13)* انبعاثات ثانى أكسيد الكربون للوقود الأحفورى والوقود التقليدى لحالات الطاقة الأربعة.

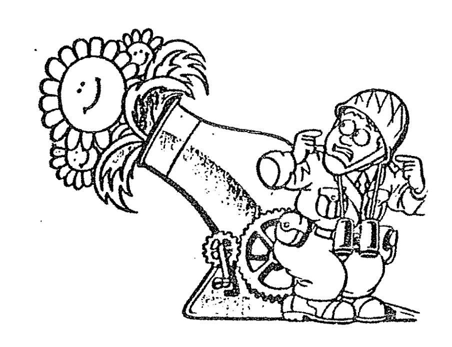
تتمثل الطاقة الجديدة والمتجددة فى الطاقة الشمسية، طاقة حرارة باطن الأرض، الكتلة الحيوية، الطاقة المائية، طاقة الرياح.

يوضح جدول *(1-14)* الحد الأدنى / الحد الأقصى لاسهام الاشكال الجديدة من الطاقة المتجددة.

ويوضح جدول *(1-15)* تقديرات الاستثمارات التراكمية فى مجال الاشكال الجديدة للطاقة المتجددة.

كذلك يبين جدول *(1-16)* موارد الطاقة النووية.





جدول (1-10) الاحتياطات المؤكدة من الوقود الأحفورى، ونسبة الاحتياطى / الانتاج

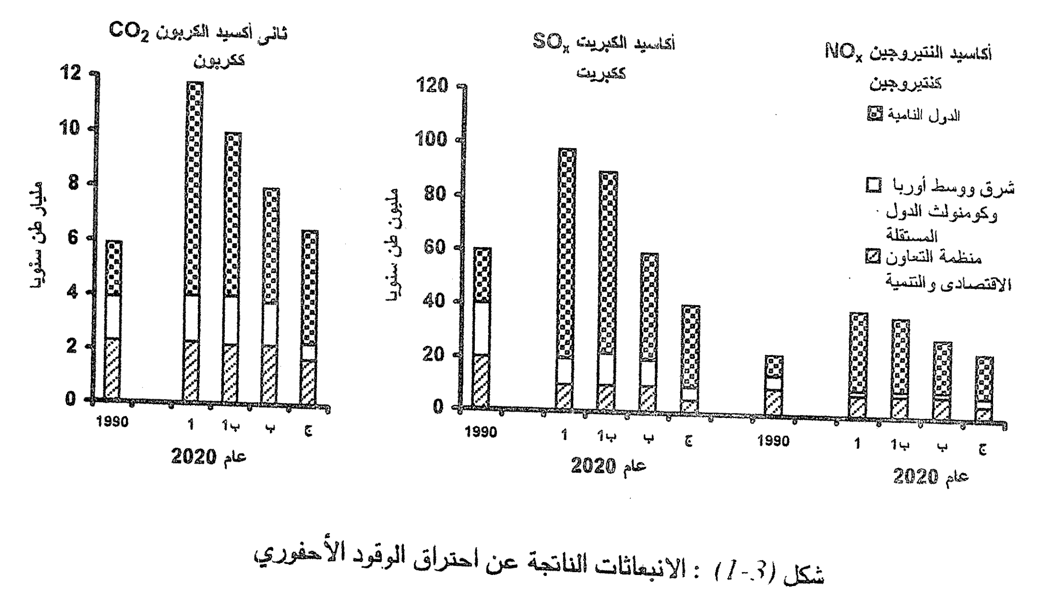
	تقدير «الانتاج التراكمى» حتى عام 1990 (بالمليار طن مكافئ نفط)	تقدير «الاحتياطيات المؤكدة» عام 1990 (بالمليار طن مكافئ نفط)	تقدير عام 1990 نسبة الاحتياطى الى الانتاج (بالسنوات)
الفحم (باستثناء الليجنيت)	(غير متاح)	496	197
الليجنيت	(غير متاح)	110	293
النفط	86	137	40
الغاز الطبيعى	40	108	56

المصدر : WEC, 1992 Survey of Energy Resources

جدول (1-11) أقصى تقدير لمصادر الوقود الأحفورى القابلة للاستخلاص

	مليار طن مكافئ نفط	%
الفحم والليجنيت	3400	76
النفط التقليدى	200	5
النفوط غير التقليدية :		
الخام الثقيل	75	2
البيتومين الطبيعى	70	2
الطفلة الزيتية	450	10
الغاز الطبيعى	220	5
الاجمالى (تقريباً)	4400	100

المصدر : WEC, 1992 Survey of Energy Resources; WEC 1989 World Energy Horizos, 2000-2020



شكل (3-1) : الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري

جدول (12-1) وصف حالات الطاقة الأربع التى وضعها مجلس الطاقة العالمى

الحـــــالة	أ	ب 1	ب	جـ
الإســـــم	حالة النمو المرتفع	حالة الاسناد المعتدلة	حالة الاسناد	الحالة الموجهة ايكولوجيا
معدل النمو الاقتصادى (٪ سنوياً)	مرتفع	معتدل	معتدل	معتدل
دول منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية	2.4	2.4	2.4	2.4
دول شرق ووسط أوروبا وكومنولث الدول المستقلة	2.4	2.4	2.4	2.4
الدول النامية	5.6	4.6	4.6	4.6
العالم	3.8	3.3	3.3	3.3
الخفض فى كثافة الطاقة (٪ سنوياً)	مرتفع	معتدل	مرتفع	مرتفع جداً
دول منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية	1.8-	1.9-	1.9-	2.8-
دول شرق ووسط أوروبا كومنولث المستقلة	1.7-	1.2-	2.1-	2.7-
الدول النامية	1.3-	0.8-	1.7-	2.1-
العالم	1.6-	1.3-	1.9-	2.4-
نقل التكنولوجيا	مرتفع	معتدل	مرتفع	مرتفع جداً
التحسينات المؤسسية (العالم)	مرتفع	معتدل	مرتفع	مرتفع جداً
إجمالى الطلب المحتمل على الطاقة	مرتفع جداً 17.2	مرتفع 16.0	معتدل 13.4	منخفض 11.3

جدول (1-13) انبعاثات ثانى أكسيد الكربون من إحتراق الوقود الأحفورى وإحراق أنواع الوقود التقليدية عام 1990، وعام 2020، والنسبة المئوية للتغير بالقياس لعام 1990.
ج ط ك - جيجا طن كربون عنصرى - مليار طن كربون عنصرى

	1990	2020							
		أ		ب 1		ب		جـ	
	ج ط ك	ج ط ك	%	ج ط ك	%	ج ط ك	%	ج ط ك	%
الوقود الأحفورى	5.5	10.9	97 +	9.6	73 +	7.8	44 +	5.8	5 +
الوقود التقليدى	0.4	0.6		0.6		0.6		0.5	
أجمالى الوقود	5.9	11.5		10.2		8.4		6.3	

ملحوظة : الانبعاثات الأنثروبوجينية الأخرى لثانى أكسيد الكربون - من الأسمنت مثلاً، ومن النايلون وتصنيع السماد، إلخ - مستبعدة هنا، كما استبعدت كل انبعاثات غازات ظاهرة الاحتباس الحرارى الأخرى.

جدول (1-14) الحد الأدنى / الحد الأقصى، لإسهام الأشكال «الجديدة» من الطاقة المتجددة.

	فى عام 2020 الحد الأدنى		فى عام 2020 الحد الأقصى، مع وجود دعم سياساتى كبير	
	مكافئ النفط بالمليار طن	% من الاجمالى	مكافئ النفط بالمليار طن	% من الاجمالى
الكتلة الحيوية «الجديدة»	243	45	561	42
شمسية	109	20	355	26
رياح	85	15	215	16
حرارة باطن الأرض	40	7	91	7
مائية «صغيرة»	48	9	69	5
محيطية	14	3	54	4
الإجمالى	539	*99	1345	100
% من إجمالى الطلب على الطاقة		4-3		12-8

اسهمت فى عام 1990 الأشكال الجديدة من الطاقة المتجددة بما يكافئ 164 مليون طن مكافئ نفط (%1.9) من إجمالى الطلب على الطاقة.
* هذا الفارق بسبب التقريب.

جدول (15-1) تقديرات الإستثمارات التراكمية فى مجال الأشكال الجديدة للطاقة المتجددة (بليون دولار أمريكى)

	التطور المطرد			فى وجود دعم «سياساتى» كبير		
	2000	2010	2020	2000	2010	2020
الطاقة الشمسية	52	134	313	65	265	1205
طاقة حرارة باطن الأرض	15	20	35	20	60	110
الكتلة الحيوية الجديدة	50	100	150	66	140	260
المحيط	1	10	55	1	50	150
الطاقة المائية الصغيرة	21	50	100	36	88	150
إجمالى فرعى	159	374	833	223	738	2280
النقل	10	23	56	15	49	147
الإجمالى	169	397	889	238	789	2427

جدول (16-1) موارد الطاقة النووية

موارد الطاقة النووية	مليار طن يورانيوم	مليار طن مكافئ نفط	
		فى المفاعلات الحرارية	فى مفاعلات التوليد السريعة
مؤكدة (معروفة)	3.7	37	1850
غير مكتشفة	13	130	6500
اجمالى (تقريبى)	17	167	8400

المصدر : الطاقة لعالم الغد - الطبعة العربية - 1993.

(3) الطاقة بمصر

يعتبر متوسط نصيب الفرد من الطاقة أحد المؤشرات التى تعكس مدى الرفاهية الاقتصادية فى البلاد، يوضح جدول *(17-1)* تطور مؤشرات نصيب الفرد من الطاقة الدولية ومن الطاقة الكهربائية خلال السنوات *1994* وحتى *1998*.

ويلاحظ أن متوسط نصيب الفرد من الطاقة فى زيادة مما يعكس التحسن المستمر فى مستوى المعيشة، يبين جدول *(18-1)* مصادر الطاقة الأولية فى مصر.

يوضح جدول *(19-1)* تطور الاحتياطات المؤكدة من الزيت الخام والغاز الطبيعى

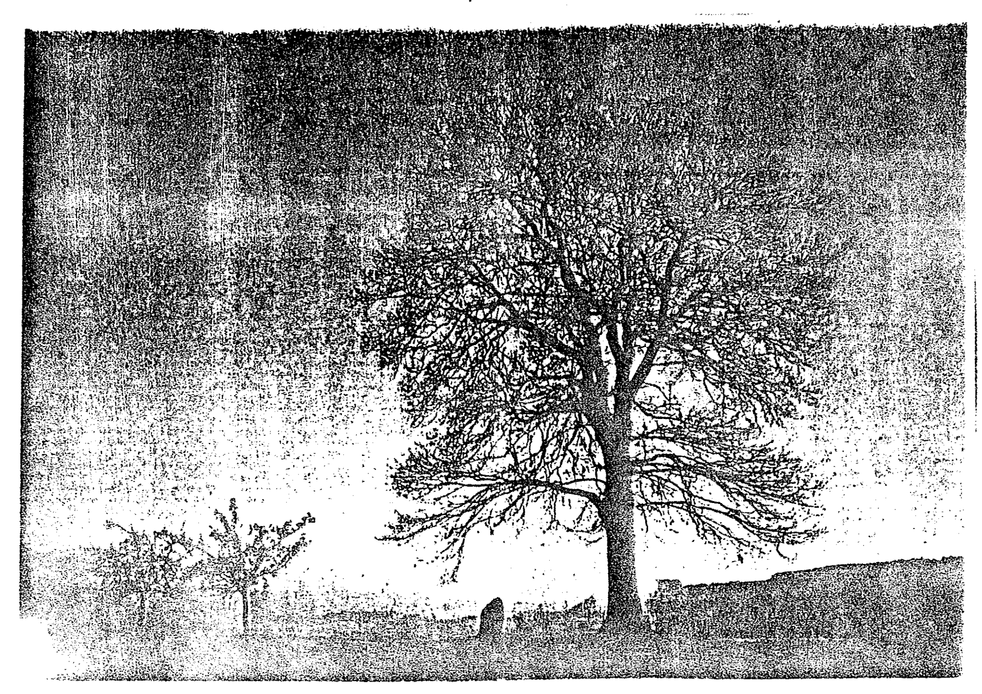
ويوضح جدول *(20-1)* تطور انتاج واستهلاك الطاقة فى مصر.

بينما يوضح جدول *(21-1)* تطور الاستهلاك القطاعى من المنتجات البترولية والغاز الطبيعى بمصر.

تتمثل الطاقة الجديدة والمتجددة فى مصر فى : الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة الكتلة الحية.

يبين جدول *(22-1)* بعض أنشطة الطاقة المتجددة فى مصر.

ويبين جدول *(23-1)* تكنولوجيات ترشيد استخدام الطاقة المتجددة.



البيئة

جدول (17-1) تطور مؤشرات الاقتصاد والطاقة بمصر

السـنة	متوسط نصيب الفرد من الطاقة الأولية (كجم. ب. م)	متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية (ك. و. س)
97 / 1998	634	989
96 / 1997	593	933
95 / 1996	595	885
94 / 1995	548	853

كجم . ب. م = كجم بترول مكافئ

جدول (18-1) الاحتياطيات المؤكدة من الزيت الخام والغاز الطبيعي بمصر

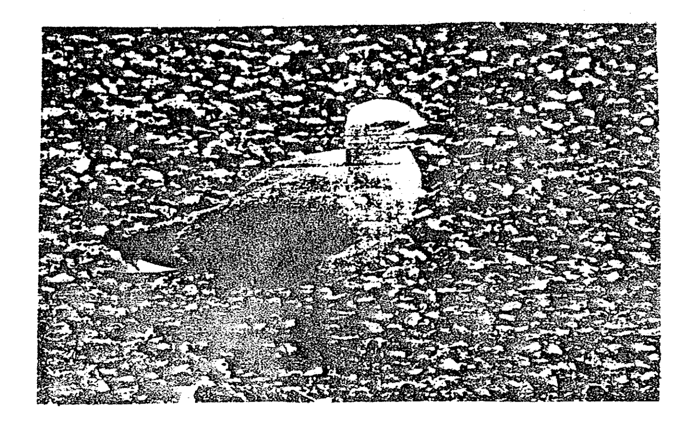
السـنة	الزيت الخام (مليار برميل مكافئ)	الغاز الطبيعى مليار برميل مكافئ
97 / 1998	2.97	7
96 / 1997	3.03	6.32
95 / 1996	3.1	4.8
94 / 1995	3.2	4.38



البيئة

جدول *(1-19)* مصادر الطاقة الأولية فى مصر

نوع الطاقة	مصدرها
الطاقة الكهرومائية	محطة كهرباء خزان أسوان بقدرة مركبة *615* م. وات محطة كهرباء السد العالى بقدرة مركبة *2100* م. وات محطة أسنا المائية بقدرة مركبة *90* م. وات محطات صغيرة بقدرة مركبة *165* م. وات
الطاقة البترولية	الزيت الخام (بمناطق خليج السويس وسيناء والصحراء الغربية). الغاز الطبيعى (بمناطق الدلتا والصحراء الغربية وخليج السويس) جدول *(2)* يوضح الاحتياطى المؤكد من الزيت الخام والغازات الطبيعية
الفحم	احتياطى الفحم المؤكد فى مصر (فحم المغارة) حوالى *27* مليون طن بمناطق بدعه وثورة وعيون موسى وكلابشة ومنطقة المغارة. تستورد مصر حوالى *2* مليون طن فحم حجرى يستخدم فى صناعة الحديد والصلب.
الطاقة الجديدة والمتجددة	تقدر الطاقة المستفادة من استخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بنحو *240* ألف طن بترول مكافئ *(98 / 97)* والمستعادة من طاقة الكتلة الحيوية حوالى *3.6* مليون طن بترول مكافئ.



جدول (1-20) تطور انتاج واستهلاك الطاقة فى مصر

البيـــــان	1995/1996	96/1997	97/1998
انتاج الزيت الخام (مليون طن)	43.994	41.782	40.293
انتاج الغاز الطبيعى (مليون طن)	10.168	10.349	10.61
انتاج الطاقة الكهربائية (مليار ك. و. س)	54.469	57.7	62.336
إجمالى انتاج الطاقة الأولية (مليون طن بترول مكافئ)	60.117	58.556	57.597
اجمالى أستهلاك الطاقة الأولية (مليون طن بترول مكافئ)	35.844	36.689	39.949
الاستهلاك المحلى من المنتجات البترولية (مليون طن بترول مكافئ)	20.719	21.313	23.896
الاستهلاك النهائى للطاقة (مليون طن بترول مكافئ)	25.634	26.112	28.25

جدول (1-21) تطور الاستهلاك القطاعى من المنتجات البترولية والغاز الطبيعى فى مصر بوحدات (ألف طن)

البيـــــان	1995/1996	96/1997	97/1998
قطاع الصناعة	9790	9787	10410
قطاع النقل	6900	7112	7741
قطاع الزراعة	133	130	128
منزلى وتجارى	2769	2895	3099
قطاع الكهرباء	9104	9740	10827
قطاع البترول	1433	1297	1470
الاجمالى	30129	30925	33675
الاجمالى ألف طن بترول مكافئ	31919	32783	35580

جدول (22-1) أنشطة الطاقة المتجددة بمصر

نــوع الطــاقة	النشـــاط
الطاقة الشمسية	* تم إنتاج وتشغيل 150 ألف سخان منزلى (بالمدن الجديدة) * تم تنفيذ نظام للتسخين الشمسى للمياه سعة 28 م^3/ يوم بشركة مصر حلوان للغزل والنسيج، يوفر المشروع حوالى 320 طن بترول مكافئ سنوياً * تم تنفيذ نظام للتسخين الشمسى للمياه سعة 28 م^3 / يوم بشركة مصر حلوان للغزل والنسيج، يوفر المشروع حوالى 1200 طن بترول مكافئ
التوليد الشمسى الحرارى	* جارى تنفيذ محطة لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الحرارية بقدرة 150 م. وات باستـخدام تكنولوجيا القطع المكافئ بمنطقة الكريمات - جنوب الجيزة. * أستخدام الخلايا الفوتوفلطية. أ - مـشروع بنجع أولاد الشيخ بمنطقة وادى النطرون أمـد 40 منزلا بوحدات الخلايا الشمسية بقدرة 212 وات لكل منزل ب - التطبيقات الخاصة بإنارة اللوحات الاعلانية فى الطرق السريعة.
طاقة الرياح	* مزارع رياح على ساحل البحر الأحمر بقدرة 4X100 كيلو وات * مزرعة رياح الغردقة على الساحل الشمالى بقدرة 4.8 ميجاوات (باستخدام توربينات هوائية قدرة كل منها 100 كيلو وات) * مخطط لإنشاء مزارع بمنطقة الزعفرانة * جارى كهربة أول مجموعة من القرى النائية باستخدام توربينات الرياح لخدمة مجموعة من القرى الصغيرة النائية على الساحل الشمالى الغربى وجنوب سيناء باستخدام توربينات 25 كيلو وات
طاقة الكتلة الحيوية	* طاقة الكتلة الحيوية المستخدمة حالياً حوالى 3.6 مليون طن بترول مكافئ سنويا * تم تنفيذ حوالى 400 وحدة من مخمرات البيوجاز، 10 وحدات مجمعة على المستوى النصف صناعى * تم افتتاح المرحلة الأولى من محطة توليد البيوجاز من مياه الصرف الصحى لتشغيل محطة توليد كهرباء بقدرة 18 ميجاوات وات بمحطة الصرف الصحى بالجبل الأصفر - القاهرة

(4) الطاقة وانبعاثات غازات الاحتباس الحرارى

The Energy and greenhouse gas emissions

يعتبر قطاع الطاقة أكبر مشارك فى تغييرات المناخ. تكون استخدامات الطاقة مسئولة عن حوالى 75% انبعاثات CO_2 من فعل البشر، 20% انبعاثات الميثان (CH_4)، وكمية مؤثرة وواضحة من (NO_2) (Nitrous Oxide)، ايضا ينتج قطاع الطاقة أكاسيد النتروچين (NO_x)والهيدروكربونات (HC_s) (Hydro - carbons)، وأول أكسيد الكربون (CO)، والتى لا تعتبر من غازات الاحتباس الحرارى، ولكن نتيجة دورتها الكيميائية تؤثر فى الجو حيث تحدث أو تؤثر فى غازات الاحتباس الحرارى مثل ازون التروبوسفير.

أغلب غازات الاحتباس الحرارى تنطلق أثناء احتراق الوقود الأحفورى (Fossil Fuel). نحصل على الطاقة من البترول والفحم والغاز الطبيعى،والتى تستخدم لإدارة السيارات وبالمصانع...

يتحد الكربون والهيدروجين، من ناتج الاحتراق، مع الأكسجين (O_2) المحيط مولدا حرارة (والتى تتحول الى صورة أخرى من صور الطاقة المفيدة) بالاضافة الى بخار المياه وثانى أكسيد الكربون. اذا حدث احتراق كامل للوقود، فإن الناتج يكون ثانى أكسيد الكربون فقط بينما عند الاحتراق غير الكامل للوقود فإن نواتج الاحتراق تحتوى على أول أكسيد الكربون، الميثان، هيدروكربونات أخرى، بالاضافة الى غازات (N_2O)، وأكاسيد النيتروجين الناتجة من اتحاد أكسجين الهواء مع النيتروجين الناتج من عمليات الاحتراق.

تحدث الزيادة فى اوزون التروبوسفير كنتيجة غير مباشرة من احتراق الوقود كنتيجة من التفاعل بين الملوثات الناتجة من الاحتراق وبين الغازات الأخرى بالجو.

أيضاً تنطلق غازات الاحتباس الحرارى عند استخراج ونقل وتصنيع وتوزيع الوقود الأحفورى. تتداول هذه الغازات، مثلاً عند توهج أو تنفيس الغاز الطبيعى من آبار البترول وغالباً تكون الانبعاثات من الميثان وثانى أكسيد الكربون على التوالى، يمكن أيضاً انطلاق هذه الغازات عند حدوث حوادث أو الصيانة الغير جيدة أو التسريب البسيط لمواسير وتوصيلات الابيار.

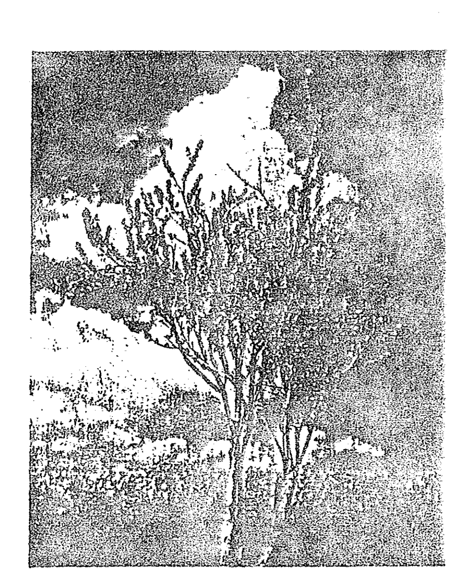
ينطلق الميثان، والذى يظهر طبيعياً فى الفحم على شكل جراب من الغاز *Pocket of gas* أو يذوب فى الفحم نفسه عند استخراج الفحم أو سحقه. وينبعث الميثان والهيدروكربونات وأكاسيد النيتروجين عند تكرير (refined) البترول والغاز الطبيعى فى نهاية مرحلة الانتاج، وأيضاً عند معالجة الفحم (والذى يلزم سحقه وغسله) للتخلص من الرماد والكبريت

والشوائب الأخرى. ينطلق أيضاً الميثان والجزيئات الصغيرة من أكاسيد الكربون والهيدروكربونات من تسرب الغاز الطبيعي من خطوط أنابيب النقل. بالاضافة الى انطلاق الهيدروكربونات أثناء نقل وتوزيع الوقود السائل حيث ينسكب من خزانات السفن، أيضاً مفقودات صغيرة خلال الاستخدام الروتيني للوقود بمحركات وسائل النقل....

ولقد وجد أن بعض أنواع الوقود تنتج ثاني أكسيد الكربون لكل وحدة طاقة أكثر من بعض الأنواع الأخرى. حيث أن كمية ثاني أكسيد الكربون الناتجة لكل وحدة طاقة تعتمد على محتوى الكربون بالوقود وعلى سعة الطاقة، بمقارنة انبعاث كمية الكربون لكل وحدة طاقة فهي عند احتراق الفحم تقابل *1.7* مرة عند احتراق الغاز الطبيعي وحوالى *1.25* مرة عند احتراق الزيت.

من الصعوبة أن تحسب بدقة انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى لقطاع الطاقة. يعتمد تقدير الانبعاثات على دقة البيانات الاحصائية المتاحة للطاقة وعلى تقدير معاملات الانبعاث *(emission factors)*، والتى تصف كمية الغازات المنبعثة لكل وحدة وقود محترق. من القيم المعروفة معاملات انبعاث ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين.

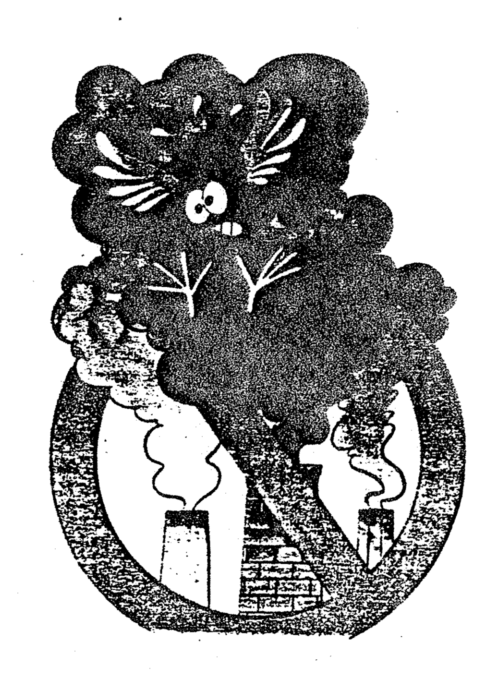
يوضح جدول *(1-23)* معاملات الانبعاث من غاز ثاني أكسيد الكربون طبقاً لنوع الوقود المحددة للاسترشاد وبمعرفة حلقة النقاش الدولية الحكومية حول تغير المناخ *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*.





جدول (23-1) معاملات الانبعاث من غاز ثانى أكسيد الكربون طبقاً لنوع الوقود

نــوع الوقــود	طن ثانى أكسيد الكربون / طن
بوتاجاز	2.9837
بنزين	3.1046
كيروسين	3.216
سـولار	3.2093
ديـزل	3.2093
مازوت	3.1094
منتجات أخرى	2.9473
غاز طبيعى	2.6115



الفصل الخامس
الاحتباس الحرارى

Green House

علمياً، توجد دورات تاريخية طويلة، حدث خلالها ارتفاع فى درجة حرارة الأرض أو زيادة درجة برودتها. ويعتقد العلماء أن سطح الأرض بدأ فى الدفء بعد نهاية العصر الجليدى الأخير، أى منذ 18 ألف سنة، ولكن الاضطرابات والتغيرات المناخية التى سيطرت على الأرض خلال الأربعين سنة الماضية، والتى تزداد بصورة تصاعدية أثبتت للعلماء أن هذه الدورات المناخية بدأ يصيبها الخلل بسبب التدخل والنشاط الانسانى على سطح كوكب الأرض، وينسب حدوث هذا الى ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحرارى.

يرجع تسمية هذه الظاهرة باسم الاحتباس الحرارى الى أن الحرارة المكتسبة بواسطة الأرض من الشمس طوال النهار تشع الى الجو فى فترة الليل مرة أخرى منعكسة الى أعلى، أى تنعكس بعض الحرارة الى الفضاء بينما يحبس البعض الآخر فى طبقة من الغازات فى الجو المحيط بالأرض، أى أن هذه الغازات، تعمل كالزجاج أو البلاستيك الذى يحبس الحرارة كما فى البيت الزجاجى أو البلاستيكى المستخدم لأغراض الزراعة للمساعدة على نمو بعض المزروعات فى غير أوقاتها.

ولولا ظاهرة الاحتباس الحرارى لكانت الأرض باردة جداً ولما استطاع الانسان العيش عليها. غير أن زيادة كمية الغازات المنبعثة فى الجو نتيجة الأنشطة الصناعية البشرية، أدى الى احتباس المزيد من الحرارة وبالتالى ارتفاع تدريجى فى درجات الحرارة وتغير المناخ.

ويمكن القول بأن النشاط الصناعى أدى الى تغيير تركيب الغلاف الجوى. فالغازات المنبعثة من النشاط الصناعى، مثل ثانى أكسيد الكربون، الميثان، أكاسيد النيتروجين، أكاسيد الكبريت، الكلوروفلوروكربون، الضباب الدخانى وبخار المياه، حين تنطلق الى الغلاف الجوى وتقوم بامتصاص جزء كبير من الأشعة الحرارية المنبعثة من الأرض وبدلاً من أن تسمح لجانب كبير من الأشعة للتسرب الى الفضاء الخارجى، الا أنها تعيد ارسالها من جديد الى سطح الأرض فيزداد سخونة، وتستمر عملية انطلاق الحرارة واعادة بثها، مما يؤدى الى ارتفاع متوسط درجة الحرارة على مستوى العالم. هذا الارتفاع يؤدى الى اشعاع كمية أكبر من الحرارة الى سطح الأرض، وكلما ارتفعت حرارة الأرض فإنها تقوم بإطلاق كمية أكبر من الاشعاع، ويصاحب ذلك تبخر كمية أكبر من المياه من فوق سطح الأرض، أى يؤدى الى ارتفاع نسبة الرطوبة فى الهواء الجوى.

وقد أوضح علماء الولايات المتحدة الأمريكية الى أن أثر الاحتباس الحرارى على الغلاف الجوى ظهر بشكل واضح، حيث أظهرت حالة الجو فى الجنوب الشرقى من الولايات المتحدة الأمريكية سقوط الأمطار أثناء صيف عام *1990*، ويتوقع العلماء ازدياد تأثير الاحتباس الحرارى خلال السنوات القادمة وارتفاع درجة حرارة جو الأرض أكثر وأكثر.

وقد أدت ظاهرة الاحتباس الحرارى الى حدوث زيادة فى متوسط درجة الحرارة العالمية قدرت بنحو درجة فهرنهيتية واحدة منذ بداية القرن الميلادى الحالى *(1900)* . وقد دلت البيانات والمعلومات المجمعة من الأقمار الصناعية ما بين عامى *1982 & 1988* على حدوث ارتفاع تدريجى ملحوظ فى حرارة سطح المحيطات يعادل واحد على عشر درجات سنوياً. ومع أن هذه الزيادة ليست كبيرة فى الوقت الحاضر، الا أنها ستؤدى الى تغييرات مناخية خطيرة اذا استمرت الزيادة بهذا المعدل وبصورة مطردة، وخاصة أن حرارة سطح الأرض لم ترتفع سوى أربعة درجات مئوية منذ العصر الجليدى الأخير.

وقد وجد أن نسبة الغازات التى تساهم فى ارتفاع درجة حرارة الأرض نتيجة ظاهرة الاحتباس الحرارى كالآتى :

49%	غاز ثانى أكسيد الكربون (CO_2)
18%	غاز الميثان (CH_4)
6%	غاز أكاسيد النيتروجين (NO_x)
14%	غازات الكلوروفلوروكربون (*CFC*)
13%	مصادر أخرى

أما نسبة مساهمة المصادر فى هذه الغازات فهى :

56%	الطاقة
21%	الزراعة
15%	الثلاجات والمبردات
6%	الصناعة
2%	المواد الطبيعية

ولقد صنفت دول العالم الصناعية المسئولة عن زيادة نسب هذه الغازات فى الجو والتسبب فى ظاهرة الاحتباس الحرارى كالآتى :

الولايات المتحدة الأمريكية - روسيا - الصين - البرازيل - اليابان..

وتساهم الولايات المتحدة الأمريكية بنسبة 40% من ارتفاع درجة حرارة الأرض...

مما سبق يتضح أن المسئول الأول لوجود غلالة ثانى أكسيد الكربون هو الطاقة (56%) أى تزايد كميات حرق الوقود المستخدم فى توليد الطاقة الكهربائية وفى المصانع والسيارات بالاضافة الى حرق الأشجار فى غابات الأمازون فى البرازيل وفى غابات أفريقيا وأندونسيا والفلبين.. بالاضافة الى الضرر الذى يصيب البيئة نتيجة قذف ملايين الأطنان من غاز ثانى أكسيد الكربون الى الجو، فإنه يمتد أيضاً الى كون هذا الغاز ذو درجة حرارة عالية - بالتالى فهى تؤدى الى ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوى بقدر ليس ضئيلاً، بالاضافة الى أنه يقلل الغطاء الأخضر للأرض، وهو غاز الأكسجين، الذى يعطى الأرض أكسير الحياة.

الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحرارى

(أ) غاز ثانى أكسيد الكربون (CO_2)

يعتقد العلماء أن تركيز CO_2 من الغلاف الجوى بدأ فى الزيادة منذ حوالى 200 عام السابقة الى أن وصل حالياً الى 353 جزء من المليون، وأن تركيز هذا الغاز يتزايد بمعدل 0.5% سنوياً بسبب الانبعاثات الناتجة من الأنشطة البشرية المختلفة والتى قدرت بحوالى 5.7 مليار طن سنوياً، بالاضافة الى مقدار يتراوح من 0.5 الى 2.5 مليار طن من الكربون بسبب ازالة الغابات. ولقد وصلت الزيادة فى تركيز غاز CO_2 فى الجو منذ قيام الثورة الصناعية (عام 1750) وحتى الآن حوالى 25% (علماً بأن النسبة ما بين 60%، 40% من انبعاثات CO_2 يبقى فى الغلاف الجوى).

ويتوقف تركيز CO_2 مستقبلاً على كميات الوقود المحترق وعلى التغيرات التى سوف تطرأ على الغطاء النباتى. ويتوقع أنه اذا توقفت انبعاثات CO_2 عند معدلاتها الحالية إلا أن تركيزها سيزيد فى الغلاف الجوى يتروح بين 460 الى 560 جزء من المليون فى نهاية القرن القادم وسبب ذلك يرجع الى أن غاز CO_2 يبقى لفترة طويلة فى الغلاف الجوى.

ويعتبر غاز CO_2 أكثر الغازات مسئولية عن ارتفاع درجة حرارة الأرض.

(ب) غازالميثان (CH_4)

ينبعث غاز الميثان من أماكن النفايات عند تحلل المواد العضوية فيها ومن المستنقعات وحقول الأرز ومن آبار الغاز الطبيعى... وتقدر الكمية المنبعثة من غاز الميثان الى الغلاف الجوى بأكثر من *425* مليون طن سنوياً. ويتميز غاز الميثان بأنه يمتص الأشعة تحت الحمراء بشكل أقوى من غاز CO_2 . لذا فإن حرق غاز الميثان، رغم أنه سيزيد من تركيز CO_2 فى الجو، إلا أن ذلك يعتبر أفضل الحالتين.

ويزيد تركيز الميثان حالياً بمعدل *1%* سنوياً.

(جـ) غازات أكاسيد النتروجين (NO_x)

تنتج أكاسيد النيتروجين من النواتج المعقدة للنشاط الحيوى وخاصة تأثير البكتريا فى التربة. كذلك فإن حرق الوقود والخشب ونفايات المحاصيل واستعمال الأسمدة النيتروجينية تزيد من انبعاث أكاسيد النيتروجين الى الجو. وقدرت نسبة الزيادة حالياً بحوالى *0.3%*

(د) الكلوروفلوروكربونات (CFC)

اكتشف *(CFC)* أو الفريون فى عام *1958* واستخدم فى صناعة الثلاجات وعبوات الرذاذ.. ووجوده فى الغلاف الجوى ناتج بشكل كامل عن تصنيعه لأنه لا يوجد بشكل طبيعى وتجدر الإشارة الى أن له عدة أنواع مثل الكلوروفلوروكربون *11* الذى يبقى فى الغلاف الجوى حوالى *75* عاماً ، بينما الكلوروفلوروكربون *12* فيبقى فى الغلاف الجوى حوالى *110* عاماً.

وهو غاز شديد التطاير ويصل الى طبقة الأوزون المغلفة للكرة الأرضية ويتحد الكلور مع الأوزون ويكون الأكسجين وبذلك يتسبب فى حدوث الفجوات فى طبقة الأوزون.

مما سبق يتضح أن زيادة تركيز غازات الاحتباس الحرارى وخاصة CO_2 تؤدى الى زيادة درجة حرارةجو الأرض، وتشير تسجيلات بيانات درجات الحرارة خلال *100* عام السابقة إلى أن متوسط درجة حرارة العالم قد ارتفع بمعدل *0.6 : 0.3* درجة مئوية.

ويعتقد أن المتوسط العالمى لمستوى سطح البحر قد ارتفع بمعدل *15 : 10* سم ومن المتوقع، ان لم تتخذ إجراءات لوقف الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى، أن ترتفع درجة حرارة العالم بين *4.5 : 1.5* درجة مئوية بحلول عام *2100* . الزيادة الأعلى فى درجة الحرارة تكون بالقرب من شمال خط العرض *(Latitudes)* والزيادة الأقل فى درجة الحرارة تكون بالقرب من خط الاستواء *(Equator)* .

سوف يسبب الحد الاعلى (4.5 C°) تغييراً شديداً فى حالة الجو العالمية بينما يتوقع للحد الأدنى (1.5C°) أن يكون له تأثير على الحالة الجوية الاقليمية.

وعلى المدى الطويل ستتغير الأحوال الجوية (المناخ) وستصاب الأراضى الشاسعة بالجفاف والحصاد السيء، مثل غرب ووسط أمريكا وسهول أمريكا اللاتينية وأكرانيا..

مماص ثانى أكسيد الكربون CO_2 Sinks

ارتفعت معدلات انبعاث ثانى أكسيد الكربون والميثان، وهما غازا ظاهرة الاحتباس الحرارى اللذان يتم التركيز عليهما فى المناقشات المتعلقة بأسباب ارتفاع درجة حرارة جو الأرض.

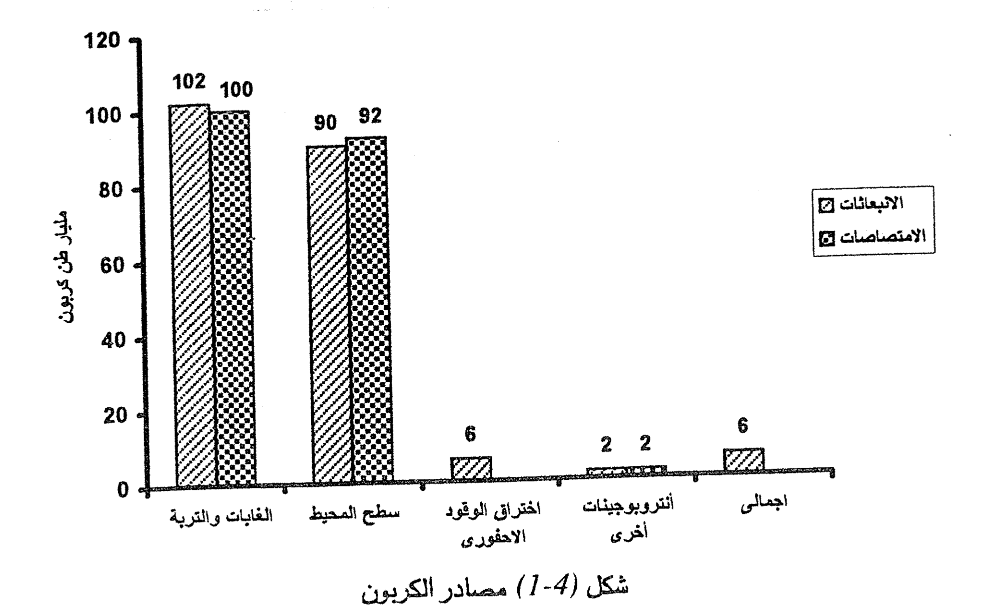
ويتركز الاهتمام بصفة أساسية على غاز ثانى أكسيد الكربون نظراً لأن المتخصصين يعتبرونه المساهم الأعظم والأكثر أهمية فى التغيرات الاشعاعية المفروضة التى من صنع الانسان، ولذا فإن هناك اقراراً بأنه ربما يوجد مماص مجهول لثانى أكسيد الكربون (يعرف مماص ثانى أكسيد الكربون بأنه الأماكن التى يمتص فيها ثانى أكسيد الكربون مثل المحيطات والتربة والحيوانات البرية والأشجار والنباتات) والذى قدر حجمه الاجمالى 100 مليار طن من الكربون وقد يعكس احتجازا متزايدا للكربون بواسطة الأشجار والنباتات مع تزايد معدلات ثانى أكسيد الكربون خلال العقود الأخيرة، ويرى البعض أنه ربما يوجد مماص إضافى كبير متمثل فى المحيط الشمالى.

ويمكن تصور مصادر ومماص الكربون من جدول رقم (1-24) وشكل رقم (1-4) فإذا أمكن إحتجاز وإعادة امتصاص انبعاثات الكربون الناتجة من احتراق الوقود الأحفورى بصورة طبيعية مرضية، حيث يعتقد أن المحطيات تحقق ذلك تماماً، كما تحقق ذلك التربة والغابات بنسبة كبيرة (أى أن دوراتها الكربونية الطبيعية متوازنة) فإن الآراء بشأن مستقبل الطلب على الوقود الاحفورى ستتخذ مسارا مختلفاً.

جدول *(1-24)* مماص ومصادر الكربون (بالمليار طن كربون)

	المماص	المصادر		
		الانبعاثات *	الممتص	الإجمالى
الجو	*750*	-	-	-
الغابات	*550*			
التربة	*1500*	*102*	*100*	*2+*
سطح المحيطات	*1000*	*90*	*92*	*2-*
أعماق المحيطات والمترسبات	*38000*	-	-	-
احتراق الوقود الأحفورى (الصافى)	*0*	*6*	*0*	*6+*
أنثروبوجينات أخرى	*0*	*2*	*2*	***0*
إجمالى	*41800*	*200*	*194*	***6+*

* يعتقد أن ازالة الغابات سينجم عنها انبعاثات كربونية مقادرها *2* مليار طن كربون سنوياً فى الفترة الحالية.
** تكشف معظم التقديرات اختلافات غير متوقعة فى صافى الانبعاثات الانثروبوجينية السنوية للكربون، ومن ثم صافى التراكم السنوى (والذى يعتقد أنه فى حدود *3.5* مليار طن).
المصدر: *IPCC "Climate Change" 1990. Fig. 1.1, p. 8, updated*



شكل *(1-4)* مصادر الكربون

الثقب الأوزونى

غـاز الأوزون غـاز عـديم اللون ذو رائحـة نفـاذة، ويتكون من اتحـاد ثلاث ذرات من الأكسجين (O_3)، وهو غـاز سام للانسان والحـيـوان والنبـات، وله فـاعلية عـالـيـة فى ابادة الجراثيم وقتل البكتريا والفيروسات والطفيليات.

ووجود هذا الغاز بكمية محددة فى طبقة التروبوسفير يعتبر عاملاً منظفاً للبيئة ولكن زيادة نسبة هذا الغاز عن الحد المقرر لها تحوله الى عامل ضار ومتلف حيث يتسبب عندئذ فى تدمير الحياة بشتى صورها.

يقاس تركيز الأوزون فى الجو بوحـدة جزء واحد فى المليون من حيث الحـجم والمفروض ألا تتعدى نسبة تركيزه *50* جزءاً فى البليون جزء وإلا تحول الى تأثير ضار... فإذا ما تعدى *100* جزء فى البليون أصبح خطراً على الحياة ويشكل الأوزون طبقة رقيقة سمكها لا يتعدى بضعة ملليمترات تحيط بالكرة الأرضية وتقع فى طبقة الستراتوسفير الجزء العلوى من الغلاف الجوى.

هذه الطبقة تمتص نحو نصف الاشعاعات فوق البنفسجية الحارقة الآتية من الشمس.

خلال عصر الصناعة، اضطرب اتزان الأوزون، نتيجة ظهور غازات جـديدة عرفت بالغـازات «آكلة الأوزون» *(New "Ozone - eating" gases)* والتى أتلفت الأوزون. من أخطر هذه الغازات الكلوروفلوروكربونات وهى من المركبات المستقرة ويمكنها أن تصل الى الجزء الأعلى من الغلاف الجوى (الاستراتوسفير) بعد عدة سنوات. من خصائصـها أنها تنقسم تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية وتنشأ ذرات الكلوريد الاحادية النشطة حرة، وتتجه لهـدم وتدمـيـر الأوزون عن طريق انتـزاع ذرات الأكـسـجين الاحـادية. ثم تنطلق ذرات الأكسجين مكونة O_2 العادى. ويتفكك أكسيد الكلور الأحادى بسهولة بفعل ذرات الأكسجين الحرة الموجودة فى الجو فتعود ذرة الكلور لتظهر من جديد جاهزة للتفاعل ثانية، وبذلك يمكن لذرة كلور واحدة أن تدمر ما يقرب من *100* ألف جزئ من الأوزون.

توجد أنواع متعددة من الغازات الخطيرة آكلة الأوزون منها غاز رباعى كلوريد الكربون *(Carbon tetra chloride) (CCL4)* وغاز الهالون *(Halon)*، الكلوروفلوروكربون *(CFC)*، ميثيل الكلوروفورم *(Methyl cloro form)*.

من خصائص الهالون اطفاء الحرائق وكبت الانفجارات وهو غاز غير سام ولا يتلف الأجهزة الالكترونية وسهل الاستخدام ولكنه غالى الثمن.

استخدم الكوروفلوروكربون (CFC) فى صناعة التبريد وهى تكون ما يعرف بغاز الفريون وأنواعه CF_2CL و $CHF_2\ CL_2$ و $CFCL_3$ والأنواع المحتوية على كلوربروميد تستخدم فى صناعة مواد التخدير الطبى.

وتستخدم المركبات أيضاً فى صناعة بعض أنواع الروائح ومواد التجميل وعبوات المبيدات الحشرية المنزلية.

من الغازات الأخرى المؤثرة على طبقة الأوزون غاز الميثان والغاز الضاحك (N_2O).

يقدر الانتاج السنوى من مركبات الكلوروفلوروكربون بحوالى مليون طن ويرجع انتاج ثلث هذه الكمية الى الولايات المتحدة الأمريكية والثلث الثانى الى دول أوروبا الغربية وحوالى 15% منها الى اليابان.

لقد أشار الباحثون الى احتمال حدوث اضطراب فى طبقة الأوزون ومنذ عام 1985 أجريت عدة قياسات خاصة فوق منطقة القطب الجنوبى فى فترة الربيع القطبى الجنوبى أى خلال شهرى سبتمبر وأكتوبر فتبين ظهور متكرر لنقص فى تركيز الأوزون وهو ما أطلق عليه «ثقب الأوزون» وتمكن العلماء من قياس اتساعها بالطائرة فى أكتوبر 1987 وقدرت مساحتها بما يعادل مساحة الولايات المتحدة الأمريكية ويبلغ عمقها قدر ارتفاع جبل «ايفرست» وأن الفجوة يتخلخل فيها الأوزون وينقص بنسبة 50% : 40

وفى عام 1988 رصد العلماء وجود فجوة أخرى للأوزون فوق القطب الشمالى تتمركز فى سماء النرويج وتقدر نسبة تضائل الأوزون فيها بمقدار 20% ووجود زيادة كبيرة فى نسبة مركبات الكلور تعادل 50 ضعف عن القدر المتوقع.

تنتج الغازات «آكلة الأوزون» من بعض الاستخدامات البشرية مثل :

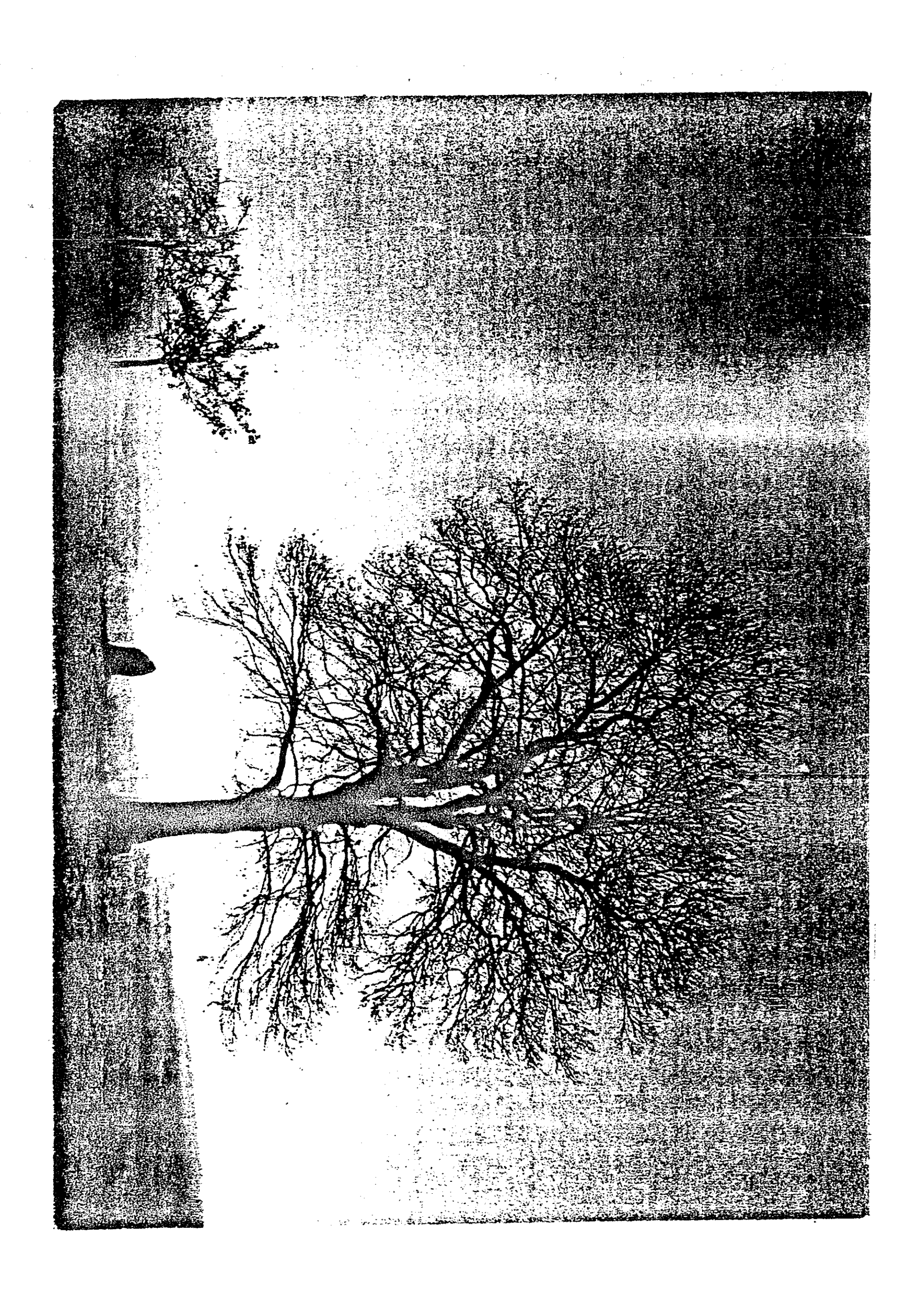
البخاخات أو الايروسولات، الطيران النفاث، اطلاق الصواريخ الى الفضاء والتفجيرات النووية.

ينتج عن وجود ثقب فى طبقة الاوزون أو تدميرها الكثير من الاضرار للمياه على الأرض ومن أهم هذه الأضرار :

* إنتشار سرطان الجلد.
* حدوث تلف فى الحمض النووى (المسئول عن نقل الصفات الوراثية).
* حدوث المياه البيضاء (الكتاركت) فى العيون.

* حدوث أمراض متعددة بالجهاز التنفسى والأزمات الصدرية والنزلات الشعبية.
* نقص المحاصيل الزراعية.
* اصابة الثروة الحيوانية بالأمراض.
* اصابة الثروة السمكية.
* تغير المناخ، تغير فى متوسطات درجات الحرارة فى طبقات الغلاف الجوى.





الفصل السادس
المستويات العالمية لبعض غازات الاحتباس الحرارى

ثانى أكسيد الكربون (CO_2)

زادت مستويات CO_2 فى الجو عالميا منذ الفترة السابقة للعصر الصناعى من *280* الى *356 ppmv* (جزء من المليون بالحجم)، كما فى شكل *(1-5)* والذى يوضح تركيز غاز CO_2 خلال الألف سنة الماضية من تسجيلات

(Ice-core records : D47, D57, siple and south pole)

موقع قياسات هاواى، ميونا لوى *(Mauna, Loa, Hawaii)* يمثل الخط المستمر المتوسط خلال *100* عام. الزيادة الواضحة فى تركيزات CO_2 حدثت منذ العصر الصناعى *1850* والتى نتجت من انبعاثات الوقود الأحفورى.

ويوضح شكل *(1-6)* معدل زيادة تركيز غاز CO_2 منذ عام *1958* مقاس بنفس موقع القياسات ويلاحظ أن أقصى معدل نمو حدث فى *1980s* وانخفض فى بداية *1990s* ثم بدأ حالياً فى الارتفاع مرة أخرى، زاد متوسط معدل تركيز CO_2 خلال *1980o* بنسبة *0.4%* أو *1.5 ppmv/yr*، هذه القيمة تكافئ *3.2 Gtc/yr* أى حوالى *50%* من الانبعاثات الكلية الانثروبولوجية.

يوضح جدول *(1-25)* ملخص لقيم غازات الاحتباس الحرارى نتيجة الأنشطة البشرية ويوضح جدول *(1-26)* تطور معدل زيادة نسبة غاز CO_2 فى العالم.

الميثان (CH_4)

الميثان هو أحد غازات الاحتباس الحرارى الطبيعية والذى زاد نتيجة الأنشطة البشرية. يوضح جدول *(1-27)* تقدير مصادر ومماصات غاز الميثان فى الفترة من *1980* الى *1990*. وتقدر القيمة الحالية *4850 Tg* (CH_4)

الهالوكربونات *Halocarbons*

تحتوى الهالوكربونات على الفلورين *(Fluorine)* والكلورين *(Chlorine)* والبرومين *(bromine)* وهى من غازات الاحتباس الحرارى، ومن أمثلة هذه المركبات :

الكلوروفلوروكربون *CFC*

ميثيل الكلوروفورم *Methyl Cloro Form*

رباعى كلوريد الكربون CCL_4 *Carbon Tetrachloride*

يوضح شكل *(7 - 1)* تركيزات غاز *CFC-11* مسجلة بعدد *7* مواقع قياس عالمية مختلفة. حيث تم التسجيل للفترة من *1977* وحتى *1993* ويلاحظ الزيادة المستمرة فى انبعاثات *CFC-11*.

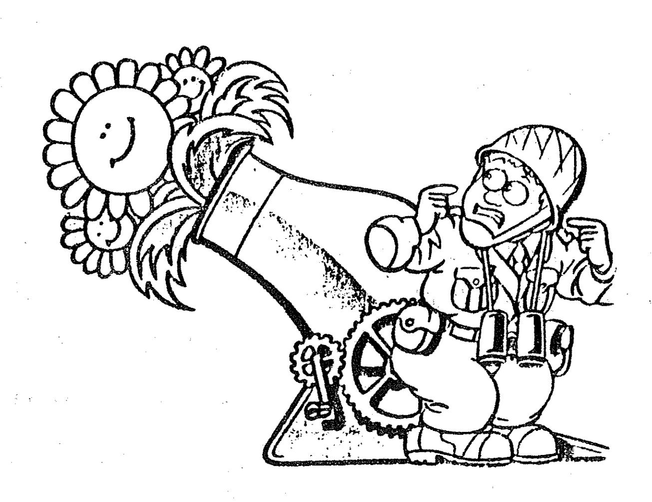
يبين جدول *(1-28)* الأنواع المختلفة لمركبات الهالوكربونات والرمزالكيميائى وعمرها.

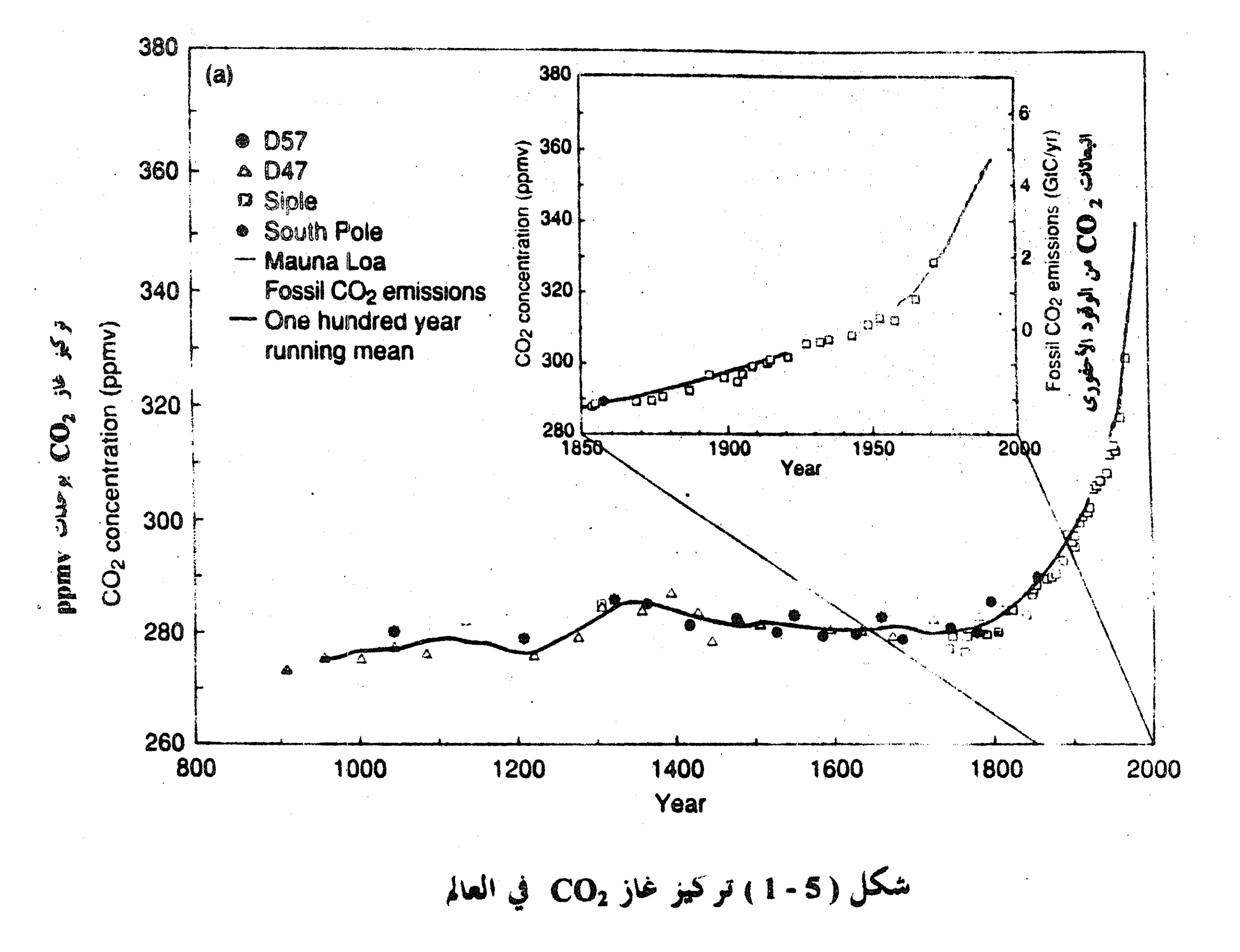
توضح الجداول *(1-29)* ، *(1-30)* ، *(1-31)* ، *(1-32)* قيم مستويات التلوث لبعض غازات الاحتباس الحرارى فى دولة السويد.

يوضح جدول *(1-33)* تطور انبعاثات غاز CO_2 فى مصر.

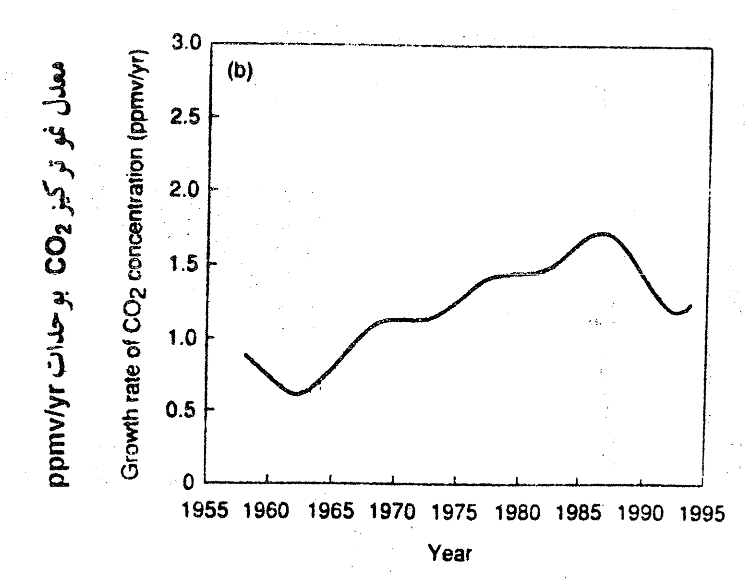
جدول رقم *(1-34)* يوضح القيم القصوى لغازات الانبعاث طبقاً لقانون البيئة رقم *(4)* لسنة *1994* بمصر- عند درجتى حرارة الغازات المنبعثة من مدخنة الغلاية صفر، *160* درجة مئوية بوحدة الوزن mg/m^3 ووحدة الحجم *ppm*

ويبين جدول *(1-35)* مقارنة بين قيم الانبعاثات القياسية بمصر وألمانيا الصادرة من محطات توليد الطاقة الكهربائية.

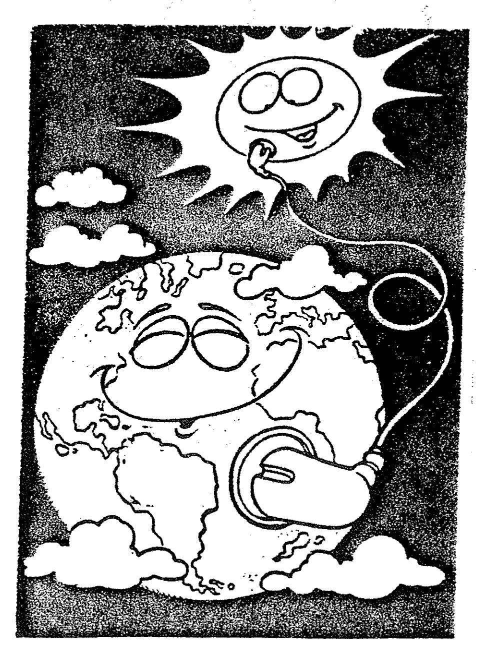




شكل (5 - 1) تركيز غاز CO_2 في العالم



شكل (6 -1) معدل نمو تركيز غاز CO_2 عالميا



البيئة

جدول (1-25) ملخص لقيم غازات الاحتباس الحراري نتيجة الأنشطة البشرية

الغازات / البيان	CO_2	CH_4	N_2O	CFC-12	HCFC-22 (a CFC substitute)	CF_4 (a perfluoro-carbon)
التركيزات قبل العصر الصناعى	280 ppmv	700 ppbv	275 ppbv	Zero	Zero	Zero
التركيزات عام 1992	355 ppmv	1714 ppbv	311 ppbv	503 pptv	105 pptv	70 pptv
معدل التركيزات لكل سنة (الفترة 1980s)	1.5 ppmv/yr 0.4%/yr	13 ppbv/yr 0.8%/yr	0.75 ppbv/yr 0.25%/yr	18-20 pptv/yr 4%/yr	7-8 pptv/yr 7%/yr	1.1-1.3 pptv/yr 2%/yr
Atmospheric Lifetme (years)	(50-200)	(12-17)	120	102	13.3	50000

1 pptv = 1 part per trillion (Million million) by volume

جدول (1-26) تطور معدل زيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى العالم

عام	معدل الزيادة فى CO_2(ppmv)
1958	313
1978	330
2000 (متوقع)	380

جدول (27-1) تقدير مصادر ومماصات الميثان فى الفترة من 1980 الى 1990 بوحدات $Tg(CH_4/yr)$

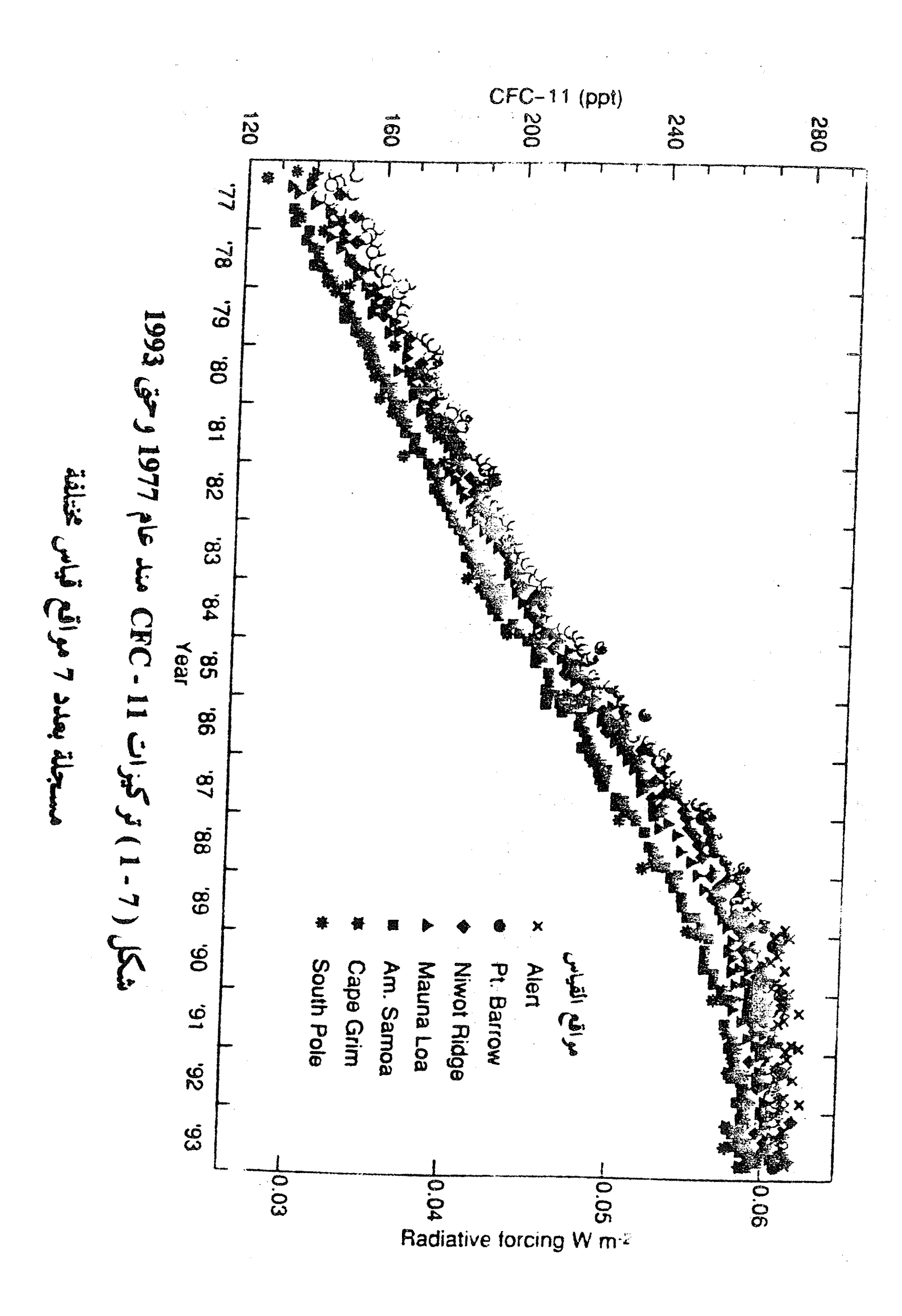
(أ) المصادر والمماصات

	Individual estimates	Total
Atmospheric increase		**37** (35 - 40)
Sinks of atmospheric CH_4		
Tropospheric OH	**445** (360 - 530)	
stratosphere	**40** (32 - 48)	
soils	**30**(15 - 45)	
Total atmospheric sinks		**515** (430 - 600)
Implied sources (sinks + atmospheric increase)		**552** (465 - 640)

(ب) تصنيف المصادر المحددة

	Individual estimates	Total
Natural sources		**160** (110-210)
Anthropogenic sources :		
Fossil fuel related	**100** (70 - 120)	
Total biospheric	**275** (200 - 350)	
Total anthropogenic sources		**375** (300 - 450)
Total identified sources		**535** (410 - 660)

** 1 Tg = 1 million million grammes which is equivilent to 1 million tonnes.*



شكل (٧-١) تركيزات CFC-11 منذ عام 1977 وحتى 1993
مسجلة بعدد ٧ مواقع قياس مختلفة

جدول (1-28) أنواع والرمز الكيميائي وعمر مركبات الهالوكربونات

Species	Chemical Formula	Lifetime (yr)
Methane*	CH_4	14.5±2.5
Nitrous oxide	N_2O	120
CFCs		
CFC-11	$CFCl_3$	50±5
CFC-12	CF_2Cl_2	102
CFC-13	$CClF_3$	640
CFC-113	$C_2F_3Cl_3$	85
CFC-114	$C_2F_4Cl_2$	300
CFC-115	C_2F_5Cl	1700
HCFCS,etc. hydrochlorofluorocarbons		
HCFC-22	CF_2HCl	13.3
HCFC-123	$C_2F_3HCl_2$	1.4
HCFC-124	C_2F4HCl	5.9
HCFC-141b	C_2FHCl_2	9.4
HCFC-142b	$C_2F_2H_3Cl$	19.5
HCFC-225ca	C_3F5HCl_2	2.5
HCFC-225c	C_3F5HCl_2	6.6
Carbon tetrachloride	CCl_4	42
Methyle chlorofom	CH_3CCL_3	5.4±0.6
Bromocarbons		
H-1301	CF_3Br	65
Other hydrofluorocarbons		
HFC-23	CHF_3	250
HFC32	CH_2F_2	6
HFC-43-10mee	$C_4H_2F_{10}$	20.8
HFC-125	C_2HF_5	36.0
HFC-134	CHF_2CHF_2	11.9
HFC-134a	CH_2FCF_3	14
HFC-152a	$C_2H_4F_2$	1.5
HFC-143	CHF_2CH_2F	3.5
HFC-143a	CF_3CH_3	55
HFC-227ea	C_3HF_7	41
HFC-236fa	C_3H2F_6	250
HFC-245ca	$C_3H_3F_5$	7
Chloroform	$CHCl_3$	0.55
Methylene chloride	CH_2Cl_2	0.41
Sulphur hexafluoride	SF_6	3200
Pefluoromethane	CF_4	50000
Perfluoroethane	C_2F_6	10000
Perfluorocyclo-butane	$c\text{-}C_4F_8$	3200
Perfluorohexane	C_6F_{14}	3200

جدول (1-29) قيم بعض الغازات الملوثة للبيئة وسنة التقييم بالسويد (بوحدات K ton)

مصدر التلوث	CO_2		CO	VOC	CH_4	N_2O
	1990	1991	1990	1990	1990	1990
إنتاج الطاقة Energy Production	6940	8110	7	21	2.4	1.3
الصناعة Industry	13690	12910	25	11	4	1.9
حركة المرور Road traffic	15710	15510	960	190	20	
Other traffic	10020	9850				0.6
الاستخدامات المنزلية والتجارية Household, trade	9390	9070	71	135	10	0.6
العمليات الصناعية Industrial process	3600	3460		72	1.5	
توزيع البترول والغاز * Distribution of Petrol & Gas				23	0.3	2.7
الزراعة * Agriculture & Foresting					120	0.8
محطات الصرف * Waste deposite & sewage plant					300	0.6
أخرى Other			3			

* Non - energy Sources

جدول (1-30) قيم التلوث لغاز NO_2 بوحدات *Kton* بالسويد عام *1991*

مصدر التلوث	N_2O
حركة المرور *Road traffic*	165
العمليات الصناعية *Industrial process*	23
السفن *Shipping*	63
الطيران *Air traffic*	3
الماكينات *Working engines*	78
السكة الحديد *Railway*	1
احتراق الزيت والغاز *Combustion of oil & gas*	24
احتراق الفحم والكوك *Combustion of coal & Coak*	10
احتراق أنواع أخرى من الوقود *Combustion of other Fuels*	15

جدول (1-31) قيم التلوث للمعادن بوحدات الطن لعام *1990* بالسويد

نوع المعدن	قيمة التلوث
الزرنيخ *Arsenic*	5.5
رصاص *Lead*	537
كادميوم *Cadmium*	2.1
نحاس *Copper*	25.7
كروم *Chromium*	21.6
زئبق *Mercury*	1.5
نيكل *Nickel*	25.1
زنك *Zinc*	226

جدول (32-1) قيم تلوث غاز *TEQ* بوحدات جرام لعام 1989 بالسويد

(انبعاثات الديوكسين)

قيمة التلوث	مصدر التلوث
< 20	نفايات الرماد *Waste incineration*
5-15	حركة المرور *Road traffic*
15-40	صناعة الحديد والصلب *Iron & Steel Industry*
5-20	مصانع المعادن والصهر والتشكيل *Smelting plants & metal foundries*
1-10	تشكيل الحديد والصلب *Iron & Steel foundries*
5-10	الأسمنت *Cement & lime Kilns*
1	صناعة الخشب *Forest industry*
5	نفايات صناعة الخشب *Forest industry (sewage)*
1	محطات القدرة التى تعمل بالفحم *Coal fired power plants*
<10	محارق المستشفيات *Hospital kilns*
2-6	النفايات البيولوجية الخطيرة *Incineration, biological dangerous wasts*

جدول (33-1) تطور الانبعاثات من غاز ثانى اكسيد الكربون وفقاً للاستهلاك القطاعى من المنتجات البترولية والغاز الطبيعى فى مصر لوحدات (ألف طن مترى)

1998/97	1997/96	1996/95	البيـــان
25024	23186	23221	قطاع الصناعة *
24205	22242	21568	قطاع النقل
338	350	362	قطاع الزراعة
9415	8838	8488	منزلى وتجارى
30428	26897	25160	قطاع الكهرباء
4249	3751	4098	قطاع البترول
93659	85264	82897	الإجمالى

جدول (1-34) الحد الأقصى لغازات الانبعاثات من مدخنة الغلاية طبقا للقانون رقم (4) لسنة 1994

الانبعاثات	عند درجة حرارة صفر مئوى		عند درجة حرارة 160 °م	
	mg/m^3	ppm	mg/m^3	ppm
أكاسيد النيتروجين NO_x	300	146.3	300	232
ثانى أكسيد الكبريت SO_2	4000	1398.6	4000	2218
أول أكسيد الكربون CO	500	400	500	634.4

وحدات وزنية mg/m^3 وحدات حجمية ppm

جدول (1-35) مقارنة بين قيم الانبعاثات القياسية بمصر وبألمانيا من محطات توليد الطاقة الكهربائية

مواصفة الانبعاثات المسموحة (غازات العادم الجافة)	مصر	ألمانيا	
		حرق الزيت Oil-Firing	حرق الغاز gas-firing
اعتمادا على تركيز O_2		vol%	3
الجزيئات (Particulates) mg/Nm^3	200		
$< 5\ MW_{th}$		80	5
$> 5\ MW_{th}$		50	5
أكاسيد الكبريت SO_x (مثل SO_2) mg/Nm^3	2500		
$< 100\ MW_{th}$		1700	35
$100 - 300\ MW_{th}$		$1700\ \&\ \eta \geq 60\%$	35
$> 300\ MW_{th}$		$400\ \&\ \eta \geq 85\%$	35
أكاسيد النيتروجين NO_x (مثل NO_2) mg/Nm^3	300		
$< 50\ MW_{th}$		450	200
$50 - 300\ MW_{th}$		450	200
$> 300\ MW_{th}$		150	100
أول أكسيد الكربون CO mg/Nm^3	250	170	100

η = Desulfurization efficiency (الكفاءة بعد ازالة الكبريت)

* المصدر تقرير Engineering Services Environmental Measures and Efficieney Improvements at Thermal Power Plants in EEA, Submitted by FICHTNER October 1997

الباب الثانى
الفصل الأول
المشاكل البيئية

Environmental Problems

تنجم مشاكل التلوث البيئي نتيجة

- التلوث الصادر عن النشاط الصناعى.
- التلوث الصادر من تدهور العوامل الاقتصادية والإجتماعية (شيوع الفقر والجهل والمرض - عدم توافر التوعيه البيئية خاصة فى مجالات الصحه والأمن الغذائى) ولقد برزت مشاكل التلوث البيئى بوضوح فى عصر التصنيع.

فالأنشطة الصناعية تسببت فى تدمير الأوزون، وقطع الأشجار بالغابات والتصحر أخل بالتوازن الأكسچينى، بينما أفسدت المبيدات الحشرية التربه الزراعية، وتلوثت المياه من الأنشطة البشرية، واختلطت بالهواء الغازات الساخنة، والأتربة والغبار والذى أدى إلى اضطرابات فى المناخ. وفيما يلى بعض المشاكل البيئية :

(1) قطع الأشجار والتصحر والقضاء على الغابات

لأكثر من 20 عاما أختفت نصف الأمطار على الغابات الاستوائية والسبب الرئيسى لذلك هو التفتيش والبحث عن الأراضى الزراعية، كذلك البحث عن الوقود والذى استلزم اتلاف مجموعات كثيرة من الأشجار حول المدن فى الدول النامية. كذلك تم إزالة الغابات لزراعة الأراضى والأشجار المستمرة والمحاصيل الضرورية بالإضافة إلى التزايد الهائل فى عدد السكان وتطور شبكات الطرق والمواصلات والتى سهلت الوصول إلى مناطق الغابات. كل ذلك أدى إلى استنزاف مساحات شاسعة من الغابات فى العالم.

تؤدى هذه المشكلة إلى نقص كمية الأكسچين الموجودة فى الطبيعة، واستنفاذ المراعى، وأجهاد الأراضى الزراعية وقله خصوبتها وزيادة ملوحتها.

(2) الأمطار الضارة (الحمضية)

يحتوى كل من الفحم والزيت الخام على بعض الكبريت *(Sulphur)*، فعند احتراق الوقود يتحول الكبريت إلى أكاسيد الكبريت (SO_2) على صوره بخار يتصاعد فى الجو ويختلط بمياه الأمطار مسببا احتوائها على أحماض كبريتيه.

تأتى الحمضية ايضا من الغازات النيتروچينيه (NO_x) والتى تتشكل عند درجات الاحتراق العاليه والتى تختلط بمياه الأمطار متحولة إلى حامض النيتريك وتساهم عوادم وسائل النقل فى الجزء الأكبر من الغازات النيتروچينيه تعانى كثير من المناطق الصناعية فى العالم من إنخفاض قيمة *PH* (وحدة قياس الحمضية أو القلوية بالمواد).

فى السويد فى عام *1985* فقدت حيوية حوالى *2000* بحيرة (من إجمالى *80.000* بحيرة) وكان من المتوقع أن تتأثر بشدة أيضا حوالى *14000* بحيره حيث انخفضت بها قيمة *PH* بشدة ووصلت إلى *4.4*

وقد أدت الأمطار الحمضية إلى قتل الاحياء فى التربة وتسمم التربه الزراعية وتأذت بعض الحيوانات الحساسه.

(3) التلوث بالمعادن الثقيلة

مثل الزئبق والرصاص والكادميوم والتى تنتج من الصرف الصناعى فى الانهار والبحار والتى تؤدى إلى تشوهات الأجنه فى الأرحام، والتخلف العقلى عند الأطفال والتسمم المؤدى إلى الموت بالاضافة إلى أمراض الكلى والرئتين والعقم.

(4) إستخدام المبيدات الحشرية

والتى تسبب تلوث الانهار والأغذية، والإصابة بسرطان الجهاز العصبى وأيضا القضاء على الاحياء الصديقة للإنسان.

(5) تآكل طبقة الأوزون

يعمل التلوث البيئى على زيادة غاز الاوزون بالقرب من سطح الأرض، أى فى طبقة التروبوسفير، بينما يعمل على انقاص غاز الاوزون فى طبقة الاستراتوسفير بمعنى آخر أن يكون التلوث سببا فى إحداث الاوزون ضرراً كبيراً للحياه بشتى صورها فى الحالتين.

وقد ترتب على التلوث البيئى حدوث استنزاف لاوزون طبقة الاستراتوسفير، أى حدوث ثقب أوزونى، أى أن كثافة غاز الاوزون فيها أصبحت منخفضة جداً عما يجب أن تكون عليه مسببه نفاذ أحد المكونات السامه للاشعة فوق البنفسجية وبالتالى مؤديه إلى :

* حدوث أمراض سرطانية للإنسان (سرطان الجلد).
* إنخفاض خصوبه وإنتاجية الأراضى الزراعية.
* إذابة الجليد فى القطبين مما يؤدى إلى ارتفاع منسوب سطح البحر، وتآكل فى شواطئ البحار.

(6) تغير المناخ

اصبحت الاحوال الجوية غير مستقرة فى السنوات الأخيرة. من أمطار فى غير مواعيدها، رياح ساخنة فى فصلى الخريف والشتاء، موجات جفاف وقحط، أعاصير، وفيضانات ويمكن أن تسوء الأحوال الجويه فى السنوات المقبلة من حيث ارتفاع درجة حرارة الجو إلى درجة لا تطاق....

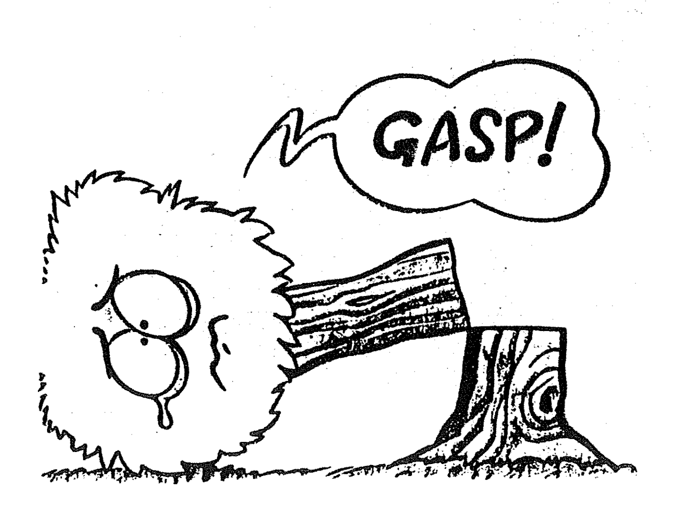
وقد أفاد العلماء بأن التلوث هو السبب فى التغيرات المناخية السيئة.

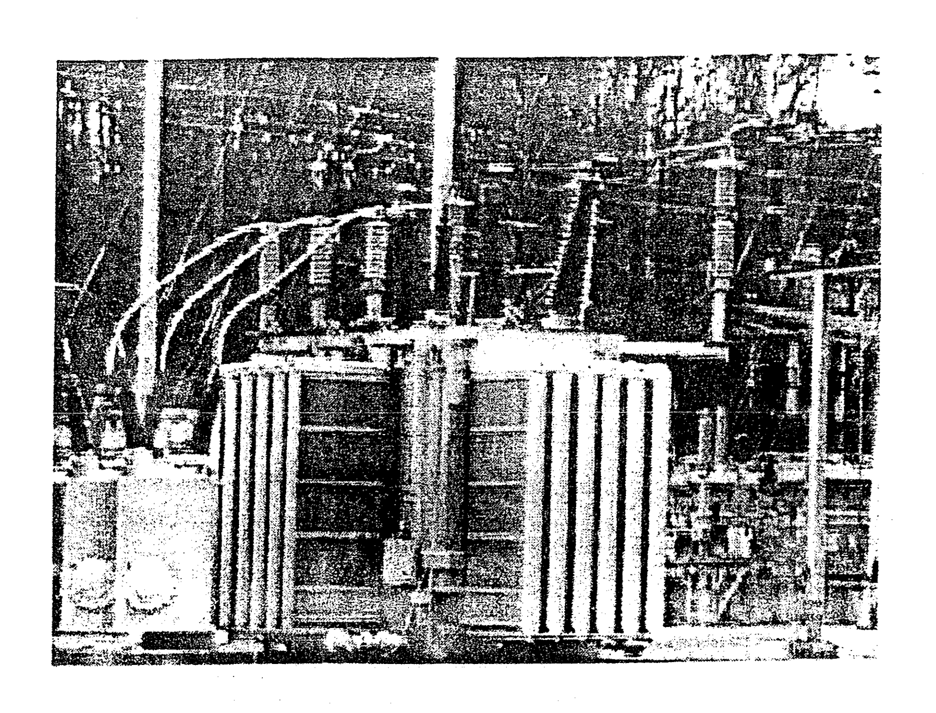
(7) زيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون :

ترجع هذه الزيادة إلى :

* التوسع الكبير فى حرق الأنواع المختلفة من الوقود الاحفورى من بترول وغاز طبيعى وفحم للأغراض المختلفة الصناعية أو التعدينية أو لتوليد الطاقة الكهربائية أو لإدارة محركات الاحتراق الداخلى فى وسائل النقل.
* إزالة المساحات الشاسعة من الغابات بهدف استغلالها فى الزراعات التقليدية مثل الخضروات والفواكه.....

ويؤدى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى زيادة درجة حراره الغلاف الجوى بما يتراوح بين درجة ونصف الدرجة إلى ثلاثة درجات مئوية مؤديا إلى مزيد من السحب وتغيير حرارة الشمس.







الفصل الثانى
تلوث الهواء

انواع الانبعاثات الملوثة للهواء *Emissions to the air*

من المعروف أن أكثر التأثيرات البيئية ناتجة من الغازات الملوثة للهواء والصادرة من الأنشطة المختلفة. هذه الانبعاثات تؤثر على الإنسان والبيئة المحيطة، تنتج أغلب الانبعاثات الهوائية من ناتج احتراق الأنواع المختلفة من الوقود، مثلا، من محطات توليد الطاقة الكهربائية ومن أنواع وسائل النقل المختلفة، وكذلك من بعض العمليات الصناعية.

من أمثلة الانبعاثات فى الهواء

ثانى أكسيد الكربون (Co_2) ، أول أكسيد الكربون (CO) ، أكاسيد النتروچين (NOx)، ثانى أكسيد الكبريت (SO_2) ، المركبات العضوية المتطايرة *(Volatile Organic (VOC) Compounds)*، الاتربة، المعادن، الأوزون (O_3)، الديوكسين *(Dioxins)* ، الميثان (CH_4)، الغاز الضاحك (N_2O) ، الكلوروفلورو كربون*(Flouro carbons (CFC) Chloro)* .

يوضح جدول *(1 - 2)* خواص بعض العناصر.

بينما يوضح جدول *(2 - 2)* خواص بعض المركبات الكيميائية ومصادر إنتاجها.

وفيما يلى سنوضح تأثير الانبعاثات الملوثة للهواء على البيئة والصحه.

جدول *(1 - 2)* خواص بعض العناصر

اسم العنصر / المركب	رمزه	خواصه
الكربون	ك	لا فلز صلب / يوجد فى المواد العضويه
الكلور	كل	غاز أصفر مخضر
الهيروچين	يد	غاز لا لون له
النيتروچين	ن	غاز لا لون له يشكل $\frac{٤}{٥}$ الهواء، فى الكائنات الحيه
الاكسچين	أ	غاز لا لون له، حوالى $\frac{١}{٥}$ الهواء، من أكثر العناصر وفرة على الأرض
الكبريت	كب	لا فلز صلب، أصفر فاتح
الرصاص	ر	فلز أبيض مقارب إلى الزرقة، ثقيل جدا

جدول (2 - 2) خواص بعض المركبات الكيماوية ومصادر انتاجها

العنصر / المركب	الخواص ومصدر إنتاجه
الجسيمات الدقيقة العالقة	على صورة جسيمات صلبه أو قطرات سائلة - تبقى عالقة فى الهواء - من أمثلتها ذرات الغبار والدخان.
أكاسيد الكبريت (SO_x)	تتشكل أكاسيد الكبريت نتيجة احتراق الكبريت الموجود فى الوقود (سائل أو صلب أو غازى) . ويكون ثانى أكسيد الكبريت (SO_2) أو القسم الاكبر من أكاسيد الكبريت. تتحول إلى مطر حامضى إذا أتحد مع قطرات المياه أثناء الضباب أو عند نزول الامطار.
أول اكسيد الكربون (CO)	غاز شديد السميه - ينتج من الاحتراق غير الكامل للوقود وتمثل عوادم السيارات أكبر مصادر انبعاث هذا الغاز.
ثانى اكسيد الكربون (CO_2)	غاز غير سام - ينتج من احتراق الوقود احتراقا كاملا.
الهيدروكربونات والمركبات العضوية	تنشأ من الاحتراق غير الكامل للوقود، تنتج عن عوادم محركات الاحتراق الداخلى.
كبريتيد الهيدروچين (H_2S)	ينتج من محطات تكرير النفط وصناعة دباغة الجلود.
أكاسيد الازوت (NO_x)	تنتج عندما يحترق الوقود فى درجات الحرارة العالية $56°$ فما فوق مؤديا إلى احتراق الأزوت الجوى. كما تنتج من مصانع السماد الأزوتى.
الرصاص	أكثر الغازات السامة انتشارا فى الهواء لذا فهو من أخطرها. ينتج من غازات عادم السيارات نتيجة احتراق البنزين المحتوى على الرصاص.

تأثير تلوث الهواء بالانبعاثات على الصحة

Emissions to the air affecting health

غالبا تتأثر الأماكن شديدة الكثافة السكانية بالانبعاثات المركزة فى الهواء، وعادة تكون غازات عوادم وسائل النقل هى أكثر مصادر التلوث. وجميع الانبعاثات تؤدى إلى مشاكل صحية ولكن أكثرها خطورة أكاسيد النيروجين *(Nitrogen Oxides)* والاوزون وبعض الهيدروكربونات والاترية وأول اكسيد الكربون.

تتحد أكاسيد النيتروجين وبعض الملوثات الأخرى ـ بغازات عادم وسائل النقل ومن مصادر الاحتراق الاخرى ـ مع تشكيلات الاوزون مؤدية إلى زيادة التركيزات وخاصة فى الأيام الحارة بفصل الصيف. فى السويد مثلا وصلت التركيزات إلى *200* ميكروجرام لكل متر مكعب وتسبب التركيزات الأعلى من ذلك تهيج للجهاز التنفسى....... و ....

يوضح جدول *(3 - 2)* بعض أنواع ملوثات الهواء وتأثيرها على الصحه.



جدول (3 - 2) بعض أنواع ملوثات الهواء وتأثيرها على الصحة

الملوثات	التأثير على الصحة
أول اكسيد الكربون CO	يؤثر على القلب والأوعية الدموية ويكون له أعراض أشد خطورة على القلب وتشنجات وآلام فى الرأس ـ يسبب الوفاة عنما ترتفع نسبته فى الهواء.
أكاسيد النيتروچين NO_x	يؤثر NO_2 على الجهاز التنفسى. تتحد أكاسيد النتروچين مع أدخنة الكيمياء الضوئية (Photochemical) وبالتالى تزيد الحساسية للتلوثات، والنتيجة أمراض الرئه وتهيج بالعين والأنف والحلق وهى غازات سامه تسبب الوفاه إذا وجدت بنسبة عالية فى الهواء.
ثانى أكسيد الكبريت SO_2	يسبب تهيج فى القصبه الهوائية والتهاب القصبات والسعال والرشح والربو ـ وتهيج الجلد والعيون.
الاتربة (الجسيمات الدقيقة العالقة)	يمكن أن تؤذى الإنسان ـ تحمل بعض السموم مسببه السرطان ـ يمكن أن تخترق بعمق إلى القصبه الهوائية، وتحدث التهيج فى الرئه والتهاب الصوت وأمراض الحساسية.
المركبات العضوية المتطايرة (VOC)	من أمثلة المركبات المتطايرة البنزين والذى يمكن أن يؤدى إلى السرطان.
الرصاص Pb	يسبب أمراض الاضطرابات العصبية ـ الانيميا ـ يؤذى الاجنه ـ يؤدى إلى الاجهاض ـ سقوط الشعر.
الاوزون O_3	يسبب الصداع وهياج العين.
الهيدوكربونات والمركبات العضوية	تتحول إلى الدخان الأبيض السام نتيجة اتحاد الالدهيدات (-CHO) مع أكاسيد الازوت والاوزون ـ ويسبب السرطان.
كبريتيد الهيدروچين	يتسبب فى تخريش المجارى التنفسية والرئه والتهاب العيون.

تأثير تلوث الهواء بالانبعاثات على البيئة.

Emissions to the air affecting the environment

(أ) ثاني أكسيد الكربون *(Carbon dioxide CO_2)*

يحدث غاز ثاني أكسيد الكربون طبيعيا في الغلاف الجوي، ويؤخذ جزء منه في عمليات التمثيل الضوئي *(Photosynthesis)* . وهو ضروري لكل من الحيوان والنبات.

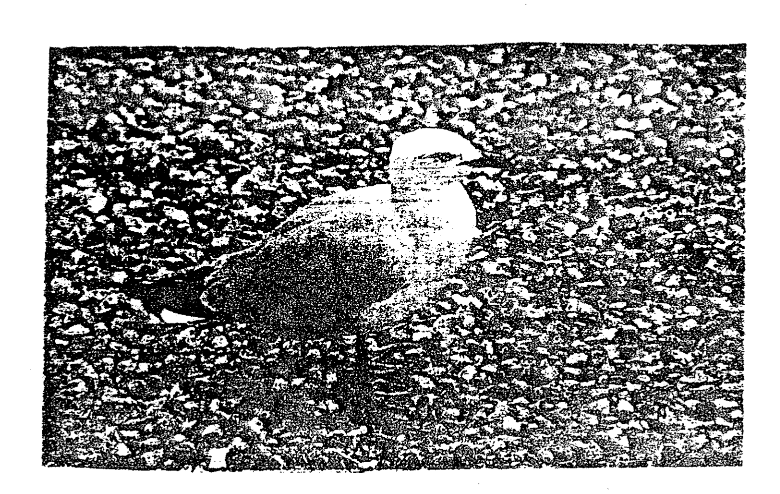
ينتج CO_2 وينبعث إلى الهواء عند احتراق الوقود. وهو من غازات الاحتباس الحراري المؤثرة على البيئة.

في السويد، خلال عام *1991* أنبعث إلى الجو *59* مليون طن من غاز CO_2 نتيجة للانشطة البشرية، حوالي *40%* من قطاع النقل والباقي من محطات التوليد والأنشطة المنزلية والصناعية.

في فرنسا وصل معدل انبعاث غاز CO_2 إلى *3.5* طن سنويا لكل فرد. يعتبر CO_2 من أهم غازات الاحتباس الحراري وقد وضعت قيود عالمية لانبعاثه ولقد زاد CO_2 في العالم خلال الفترة 1970_S ، 1980_S وكان حوالي *21* بليون طن في عام *1989*.

تختلف كمية CO_2 الناتجة خلال عمليات الاحتراق اعتمادا على نوع الوقود المستخدم، وذلك لأن كمية الكربون تختلف تبعا لنوع الوقود.

يوضح جدول *(4 - 2)* كمية انبعاث CO_2 لبعض انواع الوقود.



جدول (4 - 2) كمية انبعاث CO_2 لبعض أنواع الوقود

نـوع الوقـود		$Kg\ CO_2$ / MWH	$Kg\ CO_2$/ GJ
زيت رقم ١	(Oil 1)	277	77
زيوت أرقام 5 - 2	(Oil 2 - 5)	278	78
الفحم	(Coal)	331	92
الكوك	(Coke)	371	103
غاز طبيعى	(Natural gas)	202	56
غاز بترولى سائل Liquified Petroleum gas	(LPG)	234	65
الُحث *	(Peat)	432	120

* الُحث هو نسيج نباتى نصف متـفحم يتكون بتحليل النبات تحليلا جزئيا فى المياه.

ويكون انبعاث CO_2 للوقـود الاحيائى *(Bio Fuel)* مثـل الخشب والتبن والقش حـوالى $98\ Kg\ CO_2 /\ GJ$

(ب) أول اكسيد الكربون *(Carbon monoxide CO)*

أول أكسيد الكربون غاز سام، ليس له لون، يتشكل خلال عمليات الاحتراق غير الكاملة. تأتى أغلب انبعاثات *CO* من وسائل النقل التى تعمل بالبترول وخاصة السيارات بطيئة السرعة أو قليلة الكفاءة ويمكن تقليل هذه الانبعاثات باضافة مادة حفازه *(Catalytic Cleaning)* للوقود المستخدم بوسائل النقل.

يساهم غاز *CO* المنبعث بطريق غير مباشر فى تشكيل الاوزون الموجود بطبقة التروبوسفير *(Troposphere)* والتى تؤثر على الاتزان الحرارى للارض. يؤدى غاز *CO*

المنبعث بالقُرب من الأرض الإنسان حيث أنه يقلل كمية الاكسچين بالرئه، وهذا يؤدى إلى أمراض القلب والاوعية الدموية.

زاد تركيز CO فى الجو عالميا خلال الفترة *1750 : 1988* وبالتالى زاد متوسط درجة الحرارة. يوضح شكل *(1 - 2)* هذه الزيادات.

لقد قدر الانبعاث السنوى العالمى لغاز CO فى نهاية 1980_s بحوالى *177* مليون طن.

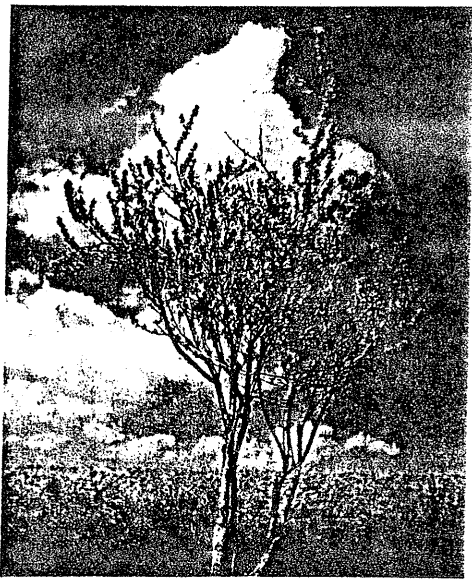
يمكن تقليل أو منع غاز CO الناتج من عمليات احتراق الوقود بأن تتم عمليات الاحتراق كاملة وذلك بإستخدام وضبط كمية الهواء الزائد *(Excess air)*.

(جـ) أكاسيد النيتروچين *(Nitrogen Oxide)*

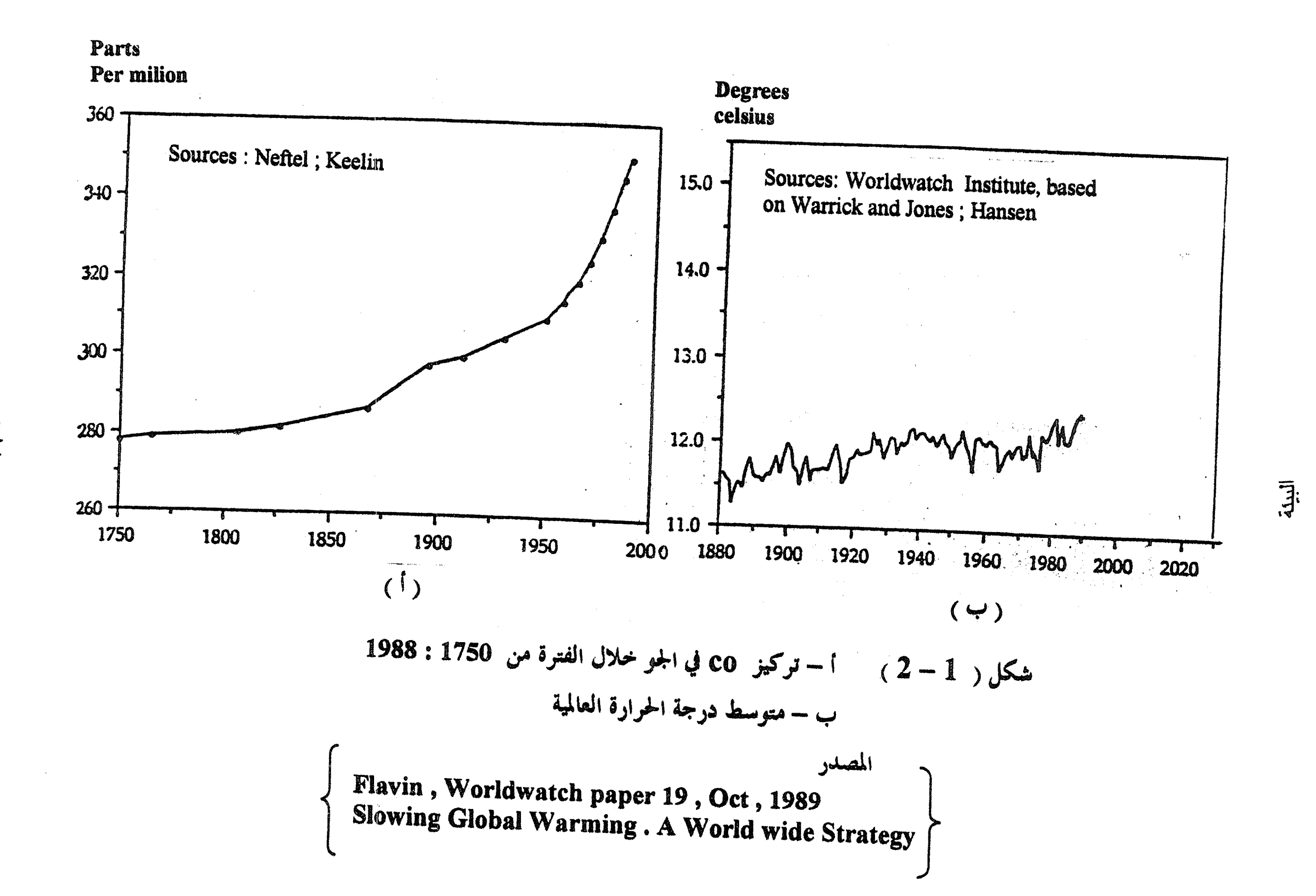
تعتبر غازات أول اكسيد النيتروچين NO وثانى أكسيد النيتروچين NO_2 غازات مركبة وهى غازات عديمة اللون وأقل سميه من ثانى أكسيد النيتروچين البنى المصفر *(Yellowish Brown nitrogen dioxide)*

وتنتج أكاسيد النيتروچين من عمليات الاحتراق. بينما تنتج أكاسيد النيتروچين الحرارية *(Thermal NO_x)* عندما يتأكسد النيتروچين الموجود فى هواء الاحتراق عند درجة حرارة احتراق تتراوح من *1200 : 1000* درجة مئوية.

ويتولد وقود NO_x *(Fuel NO_x)* عندما يتفاعل النيتروچين الموجود فى الوقود مع الاكسچين الموجود فى هواء الاحتراق. عند درجات الحرارة الاعلى وزيادة الهواء الزائد يزيد تولد NO_x.



البيئة



شكل (1 – 2)   أ – تركيز co في الجو خلال الفترة من 1750 : 1988

ب – متوسط درجة الحرارة العالمية

المصدر

Flavin , Worldwatch paper 19 , Oct , 1989
Slowing Global Warming . A World wide Strategy

زادت انبعاثات غاز NO_x فى أوروبا بحوالى *1100 K ton* بين عامى : *1991* *1980* وحاليا اصبح حوالى *22873 K ton*

يتسبب انبعاث غازات أكاسيد النتروجين فى تنحى مركبات النتروجين والتى تساهم فى حموضه الأرض والمياه، كذلك يحدث اتخام *(Over Feed)* حول المحيطات. ايضا تؤدى أكاسيد النتيروجين إلى افساد الحياه النباتية. وتساهم فى تشكيل أكاسيد الكيمياء الضوئية *(Photochemical)* والتى بدورها تعود مرة أخرى لافساد حياه النبات.

(د) المركبات العضوية المتطايرة والهيدروكربونات

Volatic Organic Compounds VOC & Other hydrocarbons

الهيدروكربونات هو الاسم الشائع لمجموعة كبيرة من المركبات التى تتكون من الكربون والهيدروچين. أهم مجموعة منها هى المركبات العضوية المتطايرة. هذه المركبات غالبا ما تكون فى صورة غازات مما يعنى أنها تنتشر خلال الهواء. تتولد هذه المركبات من وسائل النقل والدهانات وورنيش اللّك وعمليات الاحتراق والعمليات الصناعية.

وتكون الانبعاثات الناتجة من عمليات الاحتراق من خلال الغلايات الصغيرة *(In house)*. من أمثلة المركبات العضوية المتطايرة غاز الميثان *(Methan)* (CH_4) وغاز الكلوروفلوروكربون *(CFC)*. وقعت اتفاقية بين دول غرب أوربا وأمريكا وكندا لتقليل انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة والتى صنفت من الموثات المعبرة للحدود. وحددت بـ *30%* حتى عام *1999*

تساهم المركبات العضوية المتطايرة فى تشكيل أكاسيد الكيمياء الضوئية، غالبا الاوزون، والتى تعود لتؤثر على الانبعاثات الحرارية وتزيد من تدهور الحياه النباتية.

(هـ)الميثان *Methane* (CH_4)

الميثان هو أبسط أنواع الهيدروكربونات وهو عبارة عن غاز عند درجة حرارة الغرفة. يتشكل الميثان من العمليات الطبيعية فى المستنقعات (من الحشرات واجترار الحيوانات) وفى قاع محصول الارز، وفى مترسيات النفايات، ومن الوقود الاحيائى *(Bio Fuel)* وعند استخراج وتوزيع الغاز الطبيعى.

لم يسجل بالكامل مستوى الانبعاثات العالمية لغاز الميثان ولكن قدرت قبل عام *1988* بحوالى *500* مليون طن سنويا.

يؤثر الميثان فى عملية الاحتباس الحرارى، جزئ CH_4 يكون له سعه امتصاص حرارى *(Heat absorbing Capacity)* *25* مرة أكثر من جزئ CO_2 ويساهم الميثان فى تشكيل

الاوزون الهابط على الارض وعليه فإن الاوزون غاز أحتباس حرارى فى طبقة التروبوسفير *(Troposphere)*.

(و) اكسيد ثنائى النيتروجين، الغاز الضاحك

Dinitrogen Oxide, Laughing gas (N_2O)

يتولد أكسيد ثنائى النيتروچين من مزارع الارز والاسمدة وعمليات الاحتراق. وينتج طبيعيا عن طريق البكتريا الموجودة فى الارض أما بواسطة نزع النيتروچين *(Denitrification)* (حيث تتحول النترات إلى نيتروچين) أو بواسطة النترجه *(nitrification)* (حيث تؤكسد الامونيا إلى نترات).

أجريت بعض الابحاث لتحديد الانبعاثات العالمية لغاز أكسيد ثنائى النيتروچين وقد قدر بحوالى 35 - 14 مليون طن / سنويا.

وغاز N_2O من غازات الاحتباس الحرارى المؤثرة. وهو موجود فى الغلاف الجوى منذ 150 عام، كل جزئ N_2O له سعة امتصاص حرارى أكبر 250 مرة من الموجود فى جزئ CO_2. ويعتبر تركيزه فى الهواء صغير جدا.

(س) كلورفلورو الكربونات *(Chlorofluorocarbons, CFC & HCFC)*

الكلورفلورو كربون هو الاسم الشائع لمجموعة مركبات من الهيدروكربونات، وفيها حلت ذرات الهيدروچين محل الكلورين *(Chlorine)* والفلورين *(Fluorine)* وتمتاز مركبات *CFC, HCFC* بإنها ليس لها لون ولا رائحة ولها نقطة غليان منخفضة وتوجد فى حالتى الغاز والسائل. لكل هذه الخصائص فهى مهمة جدا لاغراض متعددة.

ينبعث *CFC* إلى الجو عن طريق :

- العمليات الصناعية، مثل عمليات تجيهز البلاستيك الرغوى *(Foam Plastic)* والذى يستخدم كجزء من المادة وفى عمليات النفخ.
- من البلاستيك الرغوى الجاهز خلال عمليات التجهيز البطئ.
- عند التسرب من الثلاجات، أو المكيفات أو الطلمبات الحرارية (عند استخدام *CFC* كمبرد) أيضا يحدث التسرب عند الاصلاح أو نقل هذه الاجهزة.
- بواسطة بعض المواد المزيلة للشحم وعمليات النظافة.
- من أنظمة الحريق التى تستخدم هذه الانواع من الغازات.

زاد الإنتاج العالمى من *CFC,s* منذ 1940_S (سنة اكتشافه) وحتى *1970s* وعندما اكتشف العالم مخاطره وتأثيره، قيد انتاجه وكثير من الدول قررت وقف استخدام

CFC,s بحلول عام *2000*. واجلت الدول النامية هذا الرأى لان استهلاكها من *CFC,s* أقل كثيرا من الدول الصناعية بالإضافة إلى عدم وجود مصادر بديله متطورة.

يعتبر *CFC,s* من غازات الاحتباس الحرارى والذى يساهم فى التأثير على البيئة. تكون *CFC,s* مركبات مستقرة جدا فهى لا تتحلل فى طبقات الهواء السفلى حول الارض ولكن تنتقل إلى الستراتوسفير وعندئذ تتحلل بواسطة الاشعاعات فوق البفسجية *(UV)* الصادرة من الشمس. ثم تساهم ذرات الكلورين والفلورين الحره فى تحلل الاوزون إلى اكسچين - أى تدمر طبقة الاوزون - بدون استهلاك أو تحويل، فيمكن لذره كلورين واحدة أن تدمر *10000* جزئ أوزون.

(ص) المعادن *(Metals)*

المعادن هى مواد ذات موصوليه كهربائية وحرارية، وسطح لامع ولدن. المعادن الثقيلة هى المعادن ذات العدد الكبير من الذرات.

انبعاث المعادن يأتى من عمليات صناعية مختلفة، عمليات الاحتراق، وسائل النقل، وتتكون انبعاثات المعادن من جزيئات من الاتربة وبخار المعادن.

من المعادن البيئية الهامة: الزرنيخ *(arsenic)*، الكادميوم *(Cadmium)*، الكوبلت *(Cobalt)*، الكروم *(Chromium)*، النحاس *(Copper)*، الزئبق *(Mercury)*، المانجنيز *(Mangenese)*، موليبديوم *(Molybdenum)* النيكل *(Nickel)*، الرصاص *(Lead)*، الفاناديوم *(Vanadium)*، الزنك *(Zinc)*.

تعتبر معادن الكادميوم والرصاص والزئبق من المعادن السامة.

تؤدى زيادة الحموضة إلى تحرك أكثر للمعادن فى الارض، يشير هذا إلى إنه إذا تسربت كميات كبيرة من المعادن من التربة وعلى المدى الطويل تؤدى إلى تلوث المياه الجوفيه. إذا تلوثت الزراعات بالمعادن فهذا يعنى أن الحيوانات وبالتالى البشر تتناول مع الاغذية كمية من المعادن التى تتركز فى الجسم.

(ف) الديوكسين *(Dioxin)*

يوجد *210* مركب كيميائى مختلف يطلق عليه ديوكسين، منها *12* تعرف بالاثنى عشرة الملوثة *(The dirty dozen)* وهى تتصف بالاستقرار والسمية. والانواع الأكثر شيوعا هى *(2,3,7,8 - Tetra Chlorodibenso p - dioxin)* والتى تعرف ايضا *Seveso Dioxin*

تنتج الديوكسينات عند عمليات الاحتراق وفى وجود الكلورين فى المواد.

ينبعث الديوكسين فى الهواء عند حرق النفايات وتحولها إلى رماد، وايضا من صناعة الحديد والصلب، ومن عادم السيارات التى تعمل بالبنزين المحتوى على الرصاص، وتقل هذه الانبعاثات للسيارات المحتوية على مادة الحفاز.

يسبب الديوكسين السرطان ويقلل مستوى المناعة ويؤدى إلى اضطرابات عقليه.

المصادر الصناعية لتلوث الهواء

تصنف ملوثات الهواء إلى :

- ملوثات أوليه وهى التى تنبعث فى الهواء مباشرة، ومن أمثلتها انبعاث أول أكسيد الكربون من وسائل النقل المختلفة، وكذلك انبعاث ثانى اكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين من مداخن المصانع ومحطات توليد الطاقة الكهربائية.
- ملوثات ثانوية وهى التى تتكون نتيجة تفاعل الملوثات الأولية فى الهواء الجوى مثال ذلك ينتج الاوزون من التفاعل الضوئى للمواد العضوية المتطايرة فى الجو مع أكاسيد النيتروچين، بالإضافة إلى تكون ملوثات ثانوية أخرى.

من أمثلة مصادر التلوث فى الصناعة

- مدخنه غلايه تعمل بالمازوت أو الفحم.
- تسريب الانابيب، الصمامات، أكوام التخزين، مصايد البخار.

تنبعث ملوثات الهواء من المنشآت الصناعية نتيجة حرق الوقود والعمليات الصناعية المختلفة. يوضح جدولى *(5 - 2)*، *(6 - 2)* أنواع الصناعات والأنشطة المسببه لتلوث الهواء كذلك أنواع الملوثات الهوائية المنبعثة.

بينما يوضح جدول *(7 - 2)* ملوثات الهواء الاولية من الوقود ومن محطات توليد الطاقة الكهربائية. ويبين جدول *(8 - 2)* أمثلة من مصادر التلوث مثل الطائرات وفوران البراكين والانبعاثات الهوائية الصادرة منها.

فى جدول *(9 - 2)* تم عرض الملوثات السنوية المنبعثة فى الغلاف الجوى من الوقود الأحفورى نتيجة النشاط الصناعى (احصائيات عام *1990*)

جدول (5 - 2) ملوثات الهواء في بعض الصناعات

الصناعة / النشاط	الموثات الهوائية
اختزال الالمونيوم *(Aluminium reduction)*	تراب - هيدروكربونات - SO_2 - CO . فلوريدات - كلوريدات.
الاسفلت (Asphalt)	تراب - دخان - هيدروكربونات - روائح.
اسمنت وخرسانه *Cement & Concrete*	تراب - CO - SO_x - NO_x - هيدروكربونات - الدهيد - كيتون (مركب عضوى).
تجهيز الفحم والكوك *Coal & Coke preparation*	تراب - H_2S - SO_x - أمونيا - فينول.
محطات الاحتراق Combustion Plant	تراب - NO_x - SO_2 - CO_2 - CO - كيماويات عضوية.
الاسمدة Fertilizer	تراب - فوسفات - فلوريدات - مركبات الامونيا - NO_x - روائح.
تشطيب بالجلفنه Finishing galvanic	دخان - بخار المعادن - أكاسيد المعادن
تشطيب بطرق أخرى	دخان - مذيبات - مركبات عضوية.
الاغذية Food	تراب - مركبات عضوية - روائح.
مسابك Foundry	تراب - دخان - معادن - زيوت - هيدروكربونات - مركبات عضوية - روائح
الورق Pulp & Paper	تراب - بخار - روائح - مركبات كبريت عضوية وغير عضوية - مركبات كلوريدات عضوية.
البترول والتكرير Petroleum, refinery	هيدروكربونات - روائح
البلاستيك والمطاط Rubber & Plastics	كيماويات عضوية - مذبيات - روائح.
الصلب Steel	دخان - تراب - CO - CO_2 - SO_4 - NO_x - أكاسيد المعادن.
الورش Work Shops	تراب - زيت - مذيبات.

جدول (6 - 2) المصادر الصناعية لتلوث الهواء

الصناعة	الموثات الهوائية
الاسمنت	تراب الاسمنت، الحجر الجيرى، المعادن الثقيلة.
الفلزات	تراب، فلزات ثقيلة، مواد عضوية.
الزيوت / الكيماويات	مواد عضوية، مبيدات حشرية، منظفات، غاز الكلور، فلزات ثقيلة، زئبق.
الاسمدة	تراب، فورمالدهيد، أمونيا، يوريا، فلوريدات.
السيراميك	تراب، فلزات ثقيلة، فلوريدات.
الاسبستوس	غبار الاسبستوس، فلزات ثقيلة.
الالومنيوم	غبار، فلوريدات.
الطوب	غبار، فلوريدات.
النسيج	غبار وفلزات ثقيلة.
صناعات الاغذية والمشروبات	غبار.

جميع هذه الصناعات تبعث ايضا كميات محسوسة من أكاسيد النيتروچين (NO_x) ، وثانى اكسيد الكبريت (SO_2) والتى تنتج اساسا من حرق الوقود المحتوى على كميات كبيرة من الكبريت.

جدول (7 - 2) ملوثات الهواء الاولية من الوقود ومن محطات توليد الطاقة الكهربائية

ملوثات الهواء	المصدر الرئيس
أول اكسيد الكربون (CO)	الاحتراق غير الكامل للوقود والمواد الكربونية الاخرى.
الهيدروكربونات (HC_s)	الاحتراق غير الكامل للوقود والمواد الكربونية الاخرى.
أكاسيد النتروجين (NO_x)	الاحتراق الثابت (محطات توليد الطاقة الكهربائية)
ثانى اكسيد الكبريت (SO_2)	احتراق الكبريت الموجود فى الوقود الأحفورى.

جدول (8 - 2) ملوثات الهواء من بعض المصادر الملوثة

مصدر التلوث	التلوث
وقود الطائرات	يؤدى احتراق وقود الطائرات إلى تكون أول اكسيد النيتروجين (NO) من خلال تثبيت النيتروجين (N_2) والاكسچين (O_2) الجويين (بالإضافة إلى CO & CO_2).
انتاج النايلون وحامض النيتريك	اكاسيد النيتروجين.
فوران البراكين واحتراق الكتلة الحيوية	الايروسولات الاستراتوسفيريه والتروبوسفيريه.

جدول (9 - 2) الملوثات السنوية المنبعثة في الغلاف الجوي من الوقود الأحفورى نتيجة النشاط الصناعى (احصائيات عام 1990)

الملوثات	القيمة (مليون طن)
اكاسيد الكبريت	89
اكاسيد النيتروچين	30
الهيدروكربونات	26
ثانى أكسيد الكربون	3500
الميثان	84
الكلوروفلوروكربون	1.2
الامونيا	7
مواد عالقة	23
النفايات الصلبه	2100
النفايات الخطره	338

الفصل الثالث
تلوث المياه والتلوث الصناعى

التلوث المائى، طبقا لتعريف القانون رقم 4 لسنة 1994 (فى شأن حماية البيئة) بأنه ادخال أية مواد أو طاقة فى البيئة المائية بطريقة إرادية أو غير إرادية مباشرة أو غير مباشرة ينتج عنه ضرر بالموارد الحيه أو غير الحيه أو يهدد صحة الإنسان أو يعوق الأنشطة المائية بما فى ذلك صيد الاسماك والانشطة السياحية أو يفسد صلاحية مياه البحر للاستعمال أو ينقصى من التمتع بها أو يغير من خواصها. أو يعرف بأنه أى تغير غير مرغوب فى خصائص المياه سواء كان فيزيقيا أو كيميائيا أو بيولوچيا والذى من شأنه أن يضر بالإنسان أو الاحياء الأخرى أو الممتلكات.

وتعرف المواد الملوثة للبيئة المائية بأنها أية مواد يترتب على تصريفها فى البيئة المائية بطريقة إرادية، أو غير إرادية تغيير فى خصائصها أو الاسهام فى ذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على نحو يضر بالإنسان أو الموارد الطبيعية أو بالمياه البحرية أو تضر بالمناطق السياحية أو تتداخل مع الاستخدامات الأخرى المشروعة للبحر ويندرج تحت هذه المواد :

(أ) الزيت، جميع أشكال البترول الخام ومنتجاته ويشمل ذلك أى نوع من أنواع الهيدروكربونات السائلة وزيوت التشحيم وزيوت الوقود والزيوت المكررة وزيت الافران والقار وغيرها من المواد المستخرجة من البترول أو نفاياته.

(ب) المزيج الزيتى، كل مزيج يحتوى على كمية من الزيت تزيد على 15 جزء فى المليون.

(جـ) المخلفات الضارة والخطرة المنصوص عليها فى الاتفاقات الدولية التى ترتبط بها جمهورية مصر العربية.

وتعرف المخلفات الخطرة بأنها مخلفات الانشطة أو العمليات المختلفة أو رمادها المحتفظة بخواص المواد الخطرة التى ليس لها استخدامات تالية أصلية أو بديلة مثل النفايات الاكلينيكية من الأنشطة العلاجية والنفايات الناتجة عن تصنيع أى من المستحضرات الصيدلية والادوية أو المذيبات العضوية أو الاحبار والاصباغ والدهانات.

(د) أية مواد أخرى (صلبه - سائلة - غازية) وفقا لما تحدده اللائحة التنفيذية لقانون رقم 4 لسنة 1994 (بشأن حماية البيئة).

(هـ) النفايات والسوائل غير المعالجة المتخلفة من المنشآت الصناعية.

(و) العبوات الحربية السامة.

الإنسان والمياه

حدد خبراء العالم أن إحتياج الفرد من المياه يجب ألا يقل عن *1000* متر مكعب سنويا. وفقا لتقارير منظمة الصحة العالمية أن :

* يعيش حوالى *1700* مليون نسمه فى العالم ليس لديها مياه شرب كافية.
* يعيش حوالى *3000* مليون مواطن بدون مياه نقيه.
* يعيش حوالى *1800* مليون بدون صرف صحى.
* نسبه مياه الشرب النقى الصالح للاستخدام البشرى لا تزيد عن *6%* فى العالم.
* حوالى *80%* من الأمراض المنتشرة فى الدول النامية راجعة إلى تلوث مياه الشرب وسوء الصرف الصحى.

جاء فى بيان دبلن (المؤتمر الدولى للمياه والبيئة - ايرلندا - دبلن - *26/1/1992* المنظم بمعرفة المنظمة العالمية للارصاد الجوية *WMO* تحت اشراف برنامج الأمم المتحدة للتنمية *UNDP*) أن $\frac{1}{4}$ سكان العالم لا يجدون المياه وأن الدول النامية تستهلك *85%* من المياه على الرغم من أن احتياجاتها لا تزيد عن *40%* وأنه إذا تم اعادة استخدام المياه فى الدول الصناعية فانه يمكن توفير حوالى *50%* من المياه.

مصادر تلوث المياه

(*1*) مخلفات المنازل : وهى ما يلقى من مخلفات وملوثات فى المياه ناتجة من فضلات استخدامات المنازل وتزداد تبعا لزيادة الكثافة السكانية.

(*2*) مخلفات الصرف الصحى : وهى تلوث مياه الشرب بمجارى الصرف الصحى للإنسان، مثل ما يحدث بالسفن والعوامات وخلافه.

(*3*) استخدام المبيدات لإزالة الحشائش من الترع والمصارف.

(*4*) إلقاء الحيوانات النافقة فى المجارى المائية.

(*5*) تلوث ناتج من المعادن المستخدمة فى صناعة خزانات المياه ومواسير المياه للشرب.

(*6*) المخلفات الصناعية مثل :

(أ) صرف مياه مخلوطه بالزيوت أو بالوقود السائل الناتج من محطات التوليد وأيضا مياه مخلوطه بمواد عالقة مثل الطين.

(ب) المخلفات السائلة الناتجة من الأنشطة الصناعية.

منذ عصر الصناعة، أخذت معدلات استهلاك الطاقة فى الارتفاع كما زاد استهلاك المواد الخام وبالتالى انتاج المخلفات والمواد السامة فمثلا يوضح جدول *(10 - 2)* تطور استهلاك بعض المواد الخام فى الصناعة عالميا من عام *1965* إلى عام *1990*.

ويوضح جدول *(11 - 2)* المخلفات الصناعية السائلة السنوية بمصر عام *1990* بينما يبين جدول *(13 - 2)* مخلفات المجارى المائية السنوية بمصر عام *1991*.

جدول *(10 - 2)* **استهلاك الصناعة في العالم**

البند	عام 1970	1990
الحديد الخام	*59* مليون طن	*180* مليون طن
النحاس	*17* مليون طن	*29* مليون طن
المياه	*540* مليون كم ^{3}	*973* مليون كم ^{3}

التلوث الصناعى

تحتوى مياه الصرف الصناعى على الكثير من الكيماويات السامة (العضوية وغير العضوية) مثل الزرنيخ والزئبق والكروم والزنك والسيانيد والكلوروفورم والمبيدات وغيرها.

عند تلوث المياه بهذه السموم فإنها تتسلسل إلى السلسلة الغذائية وتتركز بالكائنات التى تتغذى على الاسماك (مثل الطيور)، تؤثر النفايات الكيميائية على البيئة المائية بعدة صور منها تغيير حمضية المياه أو لونها أو رائحتها أو مذاقها وبالتالى فانها تضر بالاستخدمات المختلفة للمسطحات المائية.

جدول (11 - 2) من احصائية عام 1991 في مصر عن مخلفات المجاري المائية واستهلاك الفرد

البيان	الكميه
مخلفات المجارى المائية بمصر	4088 مليون متر مكعب سنويا
مخلفات المجارى المائية بالقاهره.	471 مليون متر مكعب سنويا
مخلفات المجارى المائية بالاسكندرية	365 مليون متر مكعب سنويا
متوسط استهلاك الإنسان المصرى	180 لتر مياه يوميا

جدول (12 - 2) مخلفات النشاط الصناعي السنوية بمصر (دراسة المجالس القومية المتخصصة عام 1990)

الملوث *	القيمة (مليون متر مكعب)
المخلفات الصناعية السائلة :	549
(أ) صرف منها بدون معالجة فى النيل وفروعه.	312
(ب) صرف منها بالمصارف.	117.7
(جـ) صرف منها بالمجارى.	71.1
(د) صرف منها فى البحر والبحيرات	48.2

(*) تحتوى على املاح، مواد عضوية، عناصر ثقيلة، اصباغ، كيماويات، النيتريت، النترات، الزيوت.

السوائل المتصرفة من المنشآت الصناعية

(أ) مياه التبريد والتى تستخدم لتبريد العمليات الصناعية وعادة ما تكون غير ملوثة إلا من ارتفاع درجة الحراره ومن بعض آثار الكرومات المستخدمة لحماية الاسطح المعدنية ضد التآكل.

وعادة تكون مياه التبريد ذات درجة حراره أعلى من مياه مسطح الصرف (النهر - الترعة - المصرف..) لذا يجب الاهتمام بأن يكون الفرق بين درجة حرارة مياه التبريد المتصرفة وبين درجة حرارة المسطح صغيرا بقدر الامكان. ويوصى البنك الدولى بالا يزيد هذا الفارق عن 3°م . وذلك للتحكم فى الصرف الآمن للنفايات الصناعية السائلة.

(ب) المخلفات الصناعية السائلة الناتجة من العمليات الصناعية التى إما أن تكون ذائبة أو معلقة فى المياه.

ملوثات المخلفات الصناعية السائلة

تتمثل ملوثات المخلفات الصناعية السائلة فى :

(1) مياه تفوير الغلايات *(Blow down)*

فى الغلايات تضاف المياه إلى نظام التغذية بالمياه لتعويض الفقد فى البخار والمتكاثف، هذه المياه تحتوى على مواد صلبه والتى يجب أن تفور (أى تصرف المياه من قاع الغلايه) لمنع انسداد الغلايه ويعتمد عدد مرات التفوير على كمية المواد الصلبه أو القلويه الموجودة بمياه التعويض.

(2) نواتج معالجة المياه لإزالة العسر وإزالة الاملاح بالتبادل الايونى (حيث يتم مبادلة أيون بأيون فلز من المحلول).

(3) نواتج عمليات الغسيل المختلفة مثل الاتربة والاوساخ.

(4) مفقودات المواد الاولية أو المصنعة أو الوسيطة والناتجة من الاهمال فى التخزين أو النقل أو التصنيع.

(5) الملوثات الناتجة عن استخدام المياه كمذيب فى العمليات الكيميائية المختلفة.

(6) الاحماض والقلويات.

(7) الاشكال المختلفة للافلزات مثل الفوسفور والكبريت والنيتروچين والبورون والكلور.

(8) الزيوت والدهون المعدنية والنباتية والحيوانية.

(9) المعادن الثقيلة مثل : الزرنيخ - الكادميوم - الباريوم - الكروم - النحاس - الرصاص - المنجنيز - النيكل - الزئبق.

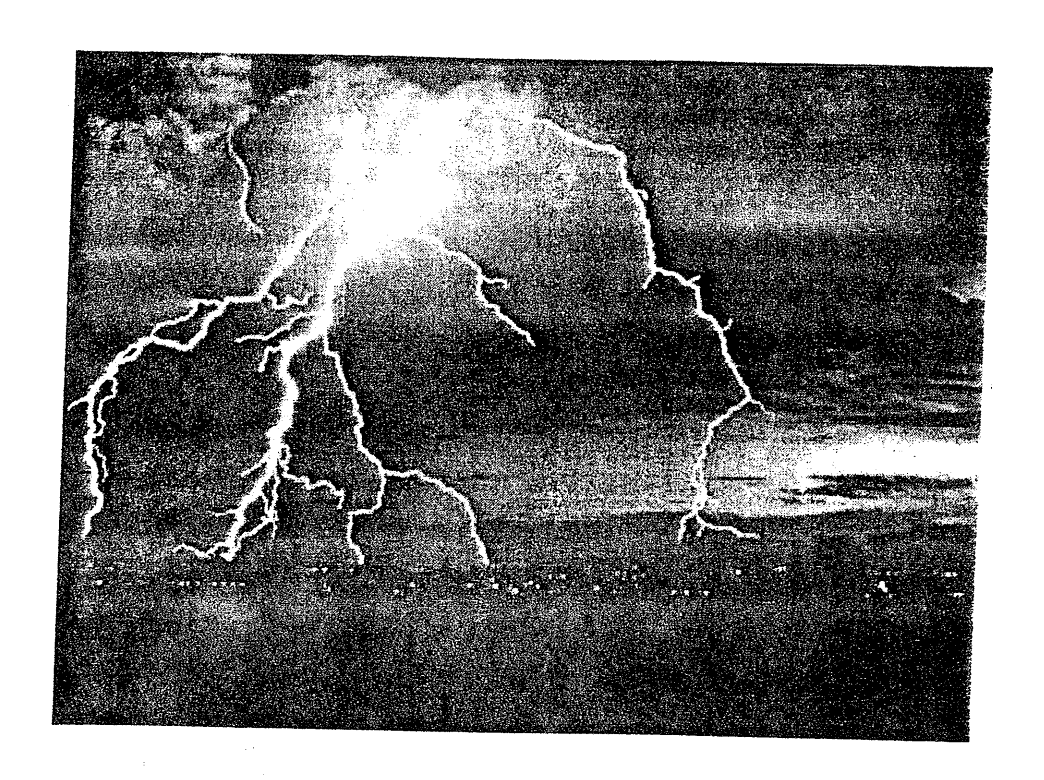
(10) المنظفات ونواتجها.

يوضح جدول (2 13) دلالات تلوث المياه مثل درجة الحراره والأس الهيدروچينى واللون والعكاره (Turbiduv) . وكذلك الصناعات المسببة لهذه الدلالات.

ويوضح جدولى (2 14)، (2 15) أمثلة لبعض الصناعات الملوثة للمياه وأنواع الملوثات بها والموجودة بالمخلفات.

بينما يبين جدول (2 16) المخلفات الصناعية لبعض الصناعات .

وجدول (2 - 17) يعطى بعض الأمثلة للاضرار الناتجة عن المخلفات الصناعية السائلة.



جدول (13 - 2) دلالات تلوث المياه

الدليل / الملوث	التوضيح
درجة الحرارة	ترتفع درجة حراره المجارى المائية عند صرف مياه التبريد الصناعى فيها. من أمثلة مصادر هذا التلوث محطات توليد الكهرباء بالبخار وبعض الصناعات، يؤدى ارتفاع درجة حرارة المياه إلى تقليل نسبة الاكسچين الذائب فيها وبالتالى تقل قدرة المياه على استيعاب النفايات العضوية.
الاس الهيدروچينى (PH) (معيار لقياس حمضية أو قلوية المحاليل ويتدرج من 1 إلى 14 درجة مع التدرج من الحمضية إلى القلوية، وتعنى 7 درجات حالة التعادل فى المياه)	صرف كل الصناعات تقريبا يؤدى إلى تغيير الاس اليهدروچينى للمجرى المائى، والذى بدوره يؤدى إلى اختلال التوزان البيئى بين الاحياء المائية كذلك يسبب زيادة تآكل المنشآت وتهيج العين والتهاب الاغشية المخاطية والجلد عند استخدام هذه المياه.
اللون والعكاره	تتعكر المياه ويتغير لونها نتيجة وجود مركبات التنين واللجنين، ومن الصناعات المسببة لهذا التلوث: المشروبات الغازية، سكر البنجر، الورق، منتجات الالبان، النسيج.
مجموع المواد الصلبة الذائبة (مقياس لكل المواد غير العضوية الذائبة فى المياه)	تظهر هذه المواد نتيجة أنواع مختلفة من مخلفات الصناعات الكيميائية العضوية وغير العضوية ومن مخلفات مدابغ الجلود. تسبب هذه المواد تآكل التجهيزات المائية وتقلل من إنتاجية الارض.
المواد العالقة (عبارة عن حبيبات الطين والجسيمات الصلبة الأخرى)	تظهر هذه المواد نتيجة تآكل التربة، ومن صرف بعض الصناعات مثل : الالومنيوم، الزجاج، الاسمنت، الاسمدة، البلاستيك، الورق، لب الخشب، منتجات اللحوم والالبان، تكرير البترول. قد تنتج هذه المواد غازات ضارة مثل كبريتيد الهيدروچين وتعوق عمليات تنقيه المياه.
البكتيريا (تؤخذ القياسات على بكتيريا القولون والتى توجد طبيعيا بالامعاء)	وجود هذه البكتيريا يدل على احتمال تواجد أنواع أخرى من البكتيريا المسببة للأمراض المعدية. وأهم مصادر هذا التلوث المخلفات المنزلية والحيوانية والصرف الصحى وصناعة دباغة الجلود والادوية والمنتجات الغذائية.

تابع جدول (13 - 2) دلالات تلوث المياه

الدليل / الملوث	التوضيح
الفوسفور والنيتروجين	تعتبر من أهم العناصر الضرورية لنمو النباتات، ولكن عند زيادة نسبتها فى المياه تتكاثر الطحالب والاعشاب البحرية بصورة هائلة مما يسبب استهلاك الاكسچين الذائب فى المياه. ترتفع نسب هذه العناصر فى المياه نتيجة وجود بقايا الاسمدة فى الصرف الزراعى وصرف مصانع الأسمدة وبقايا المنظفات الكيميائية فى مياه الصرف الصحى.
الزيوت والشحوم	على الرغم من أن الزيوت والشحوم قابلة للتحليل طبيعيا فى البيئة المائية إلا أن نسب تواجدها قد تفوق قدرة المجارى المائية التحليلية. من الصناعات المسببة لهذا التلوث : زيت النخيل، المشروبات الغازية، دباغة الجلود، منتجات اللحوم، تشطيب الفلزات، لب الخشب، معامل تكرير البترول، محطات الوقود والبنزين.
الاكسچين الحيوى الممتص (هو كمية الاكسچين الذى تستهلكه الكائنات الحيه الدقيقة (البكتيريا) فى عملية تحليل النفايات العضوية الموجودة بمياه الصرف).	يدل الاكسچين الحيوى الممتص على مستوى التلوث بالمواد العضوية. تتواجد المواد العضوية فى معظم مياه الصرف الصناعى والزراعى والصحى، وخاصة صرف مصانع لب الخشب، الاغذية المحفوظة، منتجات الالبان، صباغة النسيج.
الاكسچين المستهلك كيميائيا (هو كمية الاكسچين اللازم للأكسدة الكيميائية للمواد العضوية الموجودة بالمياه).	يدل الاكسچين المستهلك كيميائيا على حمل التلوث بالمواد العضوية.

جدول (14 - 2) مكونات تلوث المياه في بعض الصناعات

الصناعة / النشاط	الملوثات الرئيسية فى المخلفات
صناعة الورق من قش الارز	المخلفات تصل إلى 50 ألف طن سنويا تلقى فى مياه البحر وتعرف هذه المخلفات باسم «السائل الأسود» والذى يتكون من هيدروكسيد الصوديوم واللجنين ومواد كربوهيدراتيه ومواد غير عضوية.
المنسوجات القطنية	الاس الهيدروچينى ذو القلويه العاليه، صوديوم، مواد عضوية، مواد ملونه.
المنسوجات المخلقه	الاس الهيدروچينى المنخفض، محتوى عالى من المواد الصلبه الذائبة، مواد سامه.
الكيماويات العضوية	حموضه عاليه أو قلويه عاليه، مواد عضوية سامه، املاح، فلزات سامه.
البتروكيماويات	زيوت معدنية، مواد عضوية سامة وغير سامه، احماض، قلويات.
منتجات الالبان	مواد عضوية، نسبة مرتفعة من المواد الصلبة، شحوم، احماض أو قلويات، مواد مسببه للروائح الكريهه.
مغسلات الفحم	نسبة مرتفعة من المواد الصلبة العالقة (أغلبها من فحم ورماد).
أفران الكوك	الاس الهيدروچينى العالى، أمونيا عالية، الفينولات ومشتقاتها، بعض مركبات الزرنيخ.
الافران العالية	نسبة عاليه من المواد الصلبه العالقة (أغلبها من أكاسيد الفلزات).

تابع جدول (14 2) مكونات تلوث المياه في بعض الصناعات

الصناعة / النشاط	الملوثات الرئيسية فى المخلفات
ورش التحميص فى مصانع الحديد.	حموضه عالية، نسبة عالية من أملاح الحديد.
المنظفات ومستحضرات الزينه (Cosmetics)	أحماض، فلزات ثقيلة (غير عضوية)، مخلفات قابلة للاشتعال، مذيبات.
البناء والانشاء	أحماض، مخلفات قابلة للاشتعال، مذيبات.
اصلاح المعدات	أحماض، مخلفات قابلة للاشتعال، مذيبات.
المواد التخليقية.	أحماض، مخلفات قابلة للاشتعال، مبيدات حشرية، مواد نشطة، مذيبات.
الاثاث والاخشاب	مخلفات قابلة للاشتعال والمذيبات.
المعامل	أحماض، فلزات ثقيلة (غير عضوية)، مخلفات قابلة للاشتعال، مواد نشطة، مذيبات.
مستخدمو المبيدات	فلزات ثقيلة (غير عضوية)، مذيبات.
الطباعة	أحماض، فلزات ثقيلة (غير عضوية)، بقايا الحبر، مخلفات الطلاء، مذيبات.
صيانة السيارات	أحماض، فلزات ثقيلة (غير عضوية)، مخلفات قابلة للاشتعال، مذيبات.
حفظ الأخشاب	مواد حافظه

جدول (15 - 2) ملوثات المياه في بعض الصناعات

الصناعة / النشاط	الملوثات المائية
اختزال الالمونيوم *(Aluminium reduction)*	معادن - كلوريدات
الاسفلت *(Asphalt)*	كيماويات عضوية
اسمنت وخرسانه *Cement & Concrete*	كبريت - كلوريد - عوالق قلويه *(Alkaline Leachate)*
تجهيزات الفحم والكوك *Coal & Coke Preparation*	عوالق *Leachate*
محطات الاحتراق *Combustion Plant*	عوالق من تخزين الوقود
الاسمدة *Fertilizer*	فوسفات - فلوريدات - مركبات الامونيا.
تشطيب بالجلفنة *Finishing galvanic*	معادن
تشطيب بطرق أخرى	أصباغ - دهانات.
الاغذية *Food*	دهون - مركبات زيوت عضوية - مواد بيولوچية.
مسابك *Foundry*	معادن عالقه.
الورق *Pulp & Paper*	مركبات عضوية - مركبات كلورين عضوية.
البترول والتكرير *Petroleum & refinery*	هيدروكربونات - زيوت
البلاستيك والمطاط *Rubber & Plastics*	مركبات عضوية - اصباغ.
الصلب *Steel*	عوالق نتيجة تخزين المواد الخام.
الورش *Workshops*	مذيبات - زيوت - مستحلبات.

جدول (16 - 2) المخلفات الصناعية لبعض الصناعات

الصناعة / النشاط	المخلفات الصناعية
الورق	مواد جامدة ـ رواسب
الاغذية	مواد عضوية ـ مواد جامدة ـ املاح ـ زيوت ـ حامض كبريتيك ـ رواسب ـ معادن.
الاسمدة	مواد جامدة ـ نشادر.
الكيماويات	زئبق ـ كلور ـ رواسب ـ مواد جامدة.
البترول	زيوت ـ مواد جامدة.
الجلود	كروم ـ مواد عضوية ـ مواد جامدة.
الغزل والنسيج	اصباغ ـ قلويات ـ معادن ـ زيوت ـ املاح.
الكبريت	معادن ـ مواد قابلة للاشتعال.
المعادن	معادن.
محطات البنزين	رواسب ـ زيوت ـ معادن.
الافران	مازوت ـ مواد عضوية.
ورش البلاط	قلويات ـ رواسب.
المعامل	كيماويات.
المستشفيات	مواد عضوية ـ أدوية.
معامل التصوير	املاح ـ معادن

جدول (2 - 17) أمثلة للاضرار الناتجة عن المخلفات الصناعية السائلة

الملوث	الاضرار
ارتفاع أو انخفاض معدل الاس الهيدروجين (PH).	تآكل إجزاء الشبكة وخطوط الطرد وأجزاء من طلمبات الرفع بمحطات الصرف نتيجة التفاعلات الكيماوية للاحماض أو المواد القاعدية.
المواد الكبريتيه	الكبريت ومركباته له تأثير خطير على الشبكة عند تحلله حيث يتكون غاز كبريتيد الهيدروچين وهو غاز قابل للاشتعال عند الاحتكاك وينتج عنه انفجارات هائلة.
الكلور	يؤدى تفاعل الكلور إلى تآكل جميع الاجزاء المصنعه من النحاس أو الحديد بالشبكة مثل مصافى الطلمبات ومواسير السحب وخطوط الطرد وطلمبات الرفع.
المواد البترولية	يشكل صرف المواد البترولية وزيوت التشحيم عبئا على عملية تنظيف الشبكة وخاصة فى عمليات التسليك والتكريك الآلى وتنظيف بيارات المحطات.
الشحوم والدهون	تسبب الشحوم والدهون مشاكل داخل الشبكة حيث أنها تتراكم وتلتصق بجدار الشبكة مؤديه إلى انسداد المواسير وتولد روائح كريهه.

آثار تلوث المياه

* تلوث الانهار يقضى على نحو 4 ملايين طفل كل عام فى العالم بسبب الأمراض والجفاف.
* معظم الامراض ناتجة عن تلوث المجارى المائية بمخلفات الإنسان السائلة والصلبة وخصوصا الاصابة بالبلهارسيا وبداية من تليف الكبد والفشل الكلوى ونهاية بالاصابة بسرطان المثانة.
* نسبة الوفيات بين الاطفال حديثى الولادة :

فى المانيا حوالى 0.015%

فى أمريكا 0.005%

فى بريطانيا 0.014%

فى بعض مناطق الدول النامية والتى تعانى من تلوث مصادر المياه السطحية والجوفيه وعدم وجود شبكات صرف صحى تصل هذه النسبة إلى أكثر من عشرة أضعاف مثيلاتها فى الدول المتقدمة.

* انخفاض نسبة الاكسچين الذائب فى مياه البحيرات، الامر الذى يؤدى إلى اختناق الاحياء والكائنات البحرية.
* تصاعد غاز كبريتيد الأيدروچين السام ذو الرائحة الكريهه.
* نتيجة ارتفاع تركيزات السموم فى الكائنات البحرية والاسماك بالبحيرات بكميات كبيرة وخطيرة على صحة الإنسان، فانها تهدد من يتناولها باحتمال حدوث إصابة بالتسمم أو أمراض مختلفة.
* يسبب تلوث الانهار والبحار انخفاض هائل فى إنتاجية الاسماك.
* إختفاء أنواع عديدة من الأحياء البحرية لعدم قدرتها على العيش فى المحيط العالى من التلوث.
* أكدت دراسة بفرانكفورت أن 19% من حالات التهاب الكبد من نوع (أ) نتيجة لأكل المحارات البحرية.
* أثبتت الأبحاث أن البحر المتوسط أصبح بركة ملوثة بالزئبق والكادميوم والهالوجينات العضوية والارجانونين وزيوت التشحيم بالإضافة إلى أن 350 طن نفايات تلقيها السفن بالبحر.

الحدود القصوى لمستويات الملوثات المائية

نص قانون 48 لسنة 1982 والقانون 4 لسنة 1994 على الحدود القصوى المسموح بها لبعض الملوثات فى التصرفات على البيئة البحرية والمائية ويوضح جدول (18 - 2) هذه

الحدود بالنيل وفروعه والمسطحات غير العذبة والمسطحات البحرية.

ويبين جدول (19 - 2) مقارنة بين القيم القياسية لصرف المخلفات فى بعض دول العالم.

جدول (18 - 2) الحدود القصوي المسموح بها طبقا لقانون 48 لسنة 1982 والقانون 4 لسنة 1994 لمستويات بعض الدلائل / الملوثات فى التصرفات على البيئة البحرية والمائية

الدليل / الملوث	الحدود القصوى *			
	النيل حتى قناطر الدلتا	الفروع والترع والمياه الجوفية	مسطحات المياه غير العذبة	البيئة البحرية
درجة الحرارة (° م)	35	35	35	10 فوق المعدل السائد
الأس الهيدروچينى	9 - 6	9 - 6	9 - 6	9 - 6
اللون	خالية	خالية	خالية	خالية
العكارة	–	–	–	50 وحدة
الاكسچين الحيوى الممتص	30	20	60	60
الاكسچين المستهلك كيماويا (دايكرومات)	40	30	100	100
مجموعة المواد الصلبة الذائبة	1200	400	2000	2000
المواد العالقة	30	30	60	60
العد الاحتمالى للمجموعة القولونية فى 100 سم^3	2500	2500	5000	5000
الفوسفات	1	1	10	5
النيترات	30	30	40	40
الزيوت والشحوم	5	5	10	15

(*) الحدود بالمليجرام/لتر مالم يذكر غير ذلك

جدول (19 - 2) بعض المواصفات القياسية الخاصة بصرف المخلفات على شبكة الصرف الصحى فى بعض دول العالم

المعيار *	جمهورية مصر العربية	المملكة العربية السعودية	تركيا	ماليزيا	هونج كونج	تايوان	المملكة المتحدة	أمريكا
الأس الهيدروجيني	10 - 6	10 - 5	10 - 6	9 - 5.5	10 - 6	9 - 6	11 - 6	10 - 6
الاكسچين الحيوى الممتص	400	-	250	50	1200 - 800	100	-	1500
الاكسچين المستهلك كيماويا	700	1000	800	100	3000-2000	200	1500 - 800	-
الفوسفور	5	35	10	-	50-25 (كلى)	10	-	30
الكلور الحر	10	2	-	2	-	-	-	-
الفينول	0.005	150	10	1	1 - 0.1	1	-	0.5
الكادميوم	-	0.5	2	0.02	0.2 - 0.001	0.03	-	0.6 - 0.04
الكروم (سداسى)	-	0.25	3	0.05	2 - 0.1	0.5	5	0.1
النحاس	-	1.2	3	1	4 - 1	3	-	1 - 0.2
الحديد	-	25	-	5	30 - 1.5	10	1	71 - 25
الرصاص	-	0.5	3	0.5	-	1		2 - 0.8

(*) البيانات الواردة بالجدول استرشادية ولا تغنى عن الرجوع للمصادر الرسمية (التركيزات المذكورة المليجرام / لتر، وهى مأخوذة من قاعدة معرفة مشروع الحد من التلوث.

الفصل الرابع
المخلفات الصلبه

المخلفات هى أية أشياء لم يعد لها قيمة أو استخدام

النفايات أو المخلفات الخطرة : هى الاشياء أو المواد التى لم يعد لها قيمة أو إستخدام ولكن بقاءها بالبيئة يشكل أخطارا جسيمه على مصادر الحياة فى البيئة (نبات ـ حيوان ـ إنسان).

ايضا توصف النفايات الخطرة بأنها النفايات الصلبة أو السائلة أو الغازية التى تسبب ضررا أساسياً على صحة الإنسان وعلى البيئة عندما لا يتم التعامل معها تعاملا سليما.

مكونات المخلفات

تحتوى المخلفات على : أوراق ـ صناديق ـ قطع قماش قديمة ـ زجاجات فارغة ـ علب معدنية ـ عبوات الايروسول ـ بقايا عمليات البناء والتشييد ـ قطع خشب ـ مخلفات معدنية ـ بقايا طعام ـ نفايات المنازل ـ المخلفات الصناعية الصلبه ـ المخلفات الزراعية ـ قطع اثاث متهالك ـ هياكل وأجزاء من السيارات القديمة.....

ومن ملوثات البيئة الثابتة والتى لا تقاوم العوامل الطبيعية ولا تتغير لعدة أعوام : العلب المعدنية ـ نفايات البلاستيك ـ هياكل السيارات القديمة.

يوضح جدول *(20 - 2)* أنواع المخلفات الصلبه ومصادرها.

خصائص المخلفات الصلبة :

(1) تحديد مكونات عناصر الفضلات

يلزم معرفة مكونات عناصر الفضلات ونسب هذه المكونات من المجموع الكلى لاستخدامها فى تحديد نوع المعالجة المقترحة. وتبعا لحجم العناصر يتم الاقتراح بإمكانية استرجاع بعض المواد أو استردادها.

(2) نسبة الرطوبه

تعرف بأنها كمية المياه الموجودة فى المخلفات منسوبة إلى كتلة عينه المخلفات الجافة أو الرطبه ـ يعبر عن الرطوبة بنسبة مئوية من الحالة الرطبه لكتله المخلفات أو الحالة الجافة لها.

وتخضع نسبة الرطوبة للمعادلة الآتية :

$$\text{نسبة الرطوبه \%} = \left[\frac{\text{كتله العينة وهى رطبه - كتله العينة بعد تجفيفها}}{\text{كتلة العينه وهى رطبه (بحالتها الطبيعية)}}\right] \times 100$$

جدول (20 - 2) أنواع المخلفات الصلبة

التصنيف	مصادرها	الوصف
نفايات المدن	فضلات الطعام	هى مواد عضوية مركبه سريعة التحلل والتفكك وخاصه فى وجود حرارة مناسبة
	مخلفات الاشياء	وهى تمثل مخلفات كثيرة عدا فضلات الطعام منها ما هو قابل للاحتراق مثل الورق - الصحف - الكرتون - البلاستيك - الملابس والمنسوجات - الجلود - الاخشاب - أوراق الشجر.. ومنها ما هو غير قابل للاحتراق مثل الزجاج - علب القصدير - الحديد - معادن أخرى.
	بقايا الحرق والرماد	هى المواد الباقية بعد احتراق الخشب والفحم وبقايا محطات الطاقه، وعادة يشتمل الرماد على مواد ناعمة مثل الغبار وأجزاء صغيرة من مواد قابلة للاحتراق أو غير قابلة للاحتراق.
	بقايا الابنية القديمة والحديثة	نتيجة هدم المبانى أو اعادة انشائها. تحتوى هذه البقايا على : اسلاك - أحجار - أسمنت - معاجين - دهانات - أدوات صحية ....
	بقايا خاصة	مثل جثث الحيوانات الضاله من القطط والكلاب، أيضا بقايا سيارات قديمة وهياكل.
النفايات الصناعية	النشاط الصناعى	هى جميع بقايا المواد التى تدخل فى عمليات إنتاج السلع والبضائع والمنتجات. فمثلاً مصانع المعلبات تطرح بقايا مثل الصفائح وأسلاك وعوازل.
النفايات الخطرة	- النشاط الصناعى - المستشفيات	توصف النفايات بأنها خطرة إذا كانت : قابلة للاشتعال - قابلة للتأكسد والتآكل - نشطة إشعاعيا - سامة - كيميائية - بيولوجية (*) - متفجرة.

(*) النفايات البيولوجية : هى بقايا المادة الحية من بكتيريا وجراثيم وفيروسات مسببة بشكل مباشر للامراض والآفات.

تحصل على كتله العينة وهى جافة عن طريق تجفيف العينة فى فرن درجة حرارته 77°C لمدة 24 ساعة (أو عند درجة 105 °C لمدة ساعة واحدة)، وهذا الاختبار كافى لإزالة الرطوبة من العينة بدون حدوث تطاير للمواد القابلة للتبخر.

يوضح جدول (21 - 2) الحد الأدنى والأقصى والنسبة المتوسطة النموذجية لنسبة الرطوبة لبعض مكونات المخلفات الصلبه.

(3) الكثافة

هى وزن وحدة الحجم وتقاس بالنسبة للمخلفات والنفايات بوحدات كيلوجرام / متر مكعب أو طن/متر مكعب. وتختلف كثافة المخلفات باختلاف طبيعة المجتمع والسكان والثقافة وطول فترة التخزين أيضا تختلف من فصل إلى آخر خلال العام.

يوضح جدول (22 - 2) أمثلة لكثافة بعض العناصر المكونة للمخلفات الصلبه.

(4) المادة المتطايرة

هى فقدان اضافى لمادة النفايات الصلبه والذى يحدث بعد حرق العينة عند درجة حرارة تصل إلى 950 °C

(5) الرماد

هو باقى الاحتراق حتى درجة حرارة 950 °C

(6) التحليل الحدى

بالتحليل الحدى يمكن معرفة النسب الكمية لمكونات عينة النفايات الصلبة الاساسية (العناصر الاساسية هى : الكربون - الهيدروچين - الاكسچين - النتروچين - الكبريت - الرماد).

يخص التحليل الحدى النفايات العضوية المركبة فقط (مثل فضلات الطعام - أو بقايا الحرائق). ويفيد هذا التحليل فى كتابة الصيغة الكيميائية التقريبية للمكون العضوى من كتله النفايات العامة.

(7) محتوى الطاقه

هو قيمة الطاقه التى يمكن استنتاجها من عناصر الفضلات الصلبه، عندما تحرق النفايات ويستفاد من الطاقة الناتجة من حرقها كوقود، ويكون للنفايات القابلة للاحتراق طاقة أكبر بكثير من النفايات الغير قابلة للاحتراق مثل الزجاج.

يقاس محتوى الطاقة بالكيلو جول/ كيلو جرام.

جدول (21 - 2) نسبة الرطوبه لبعض مكونات المخلفات الصلبه

المكون	نسبة الرطوبة ٪	
	الحد الادنى والاقصى	النسبة المتوسطة النموذجية
فضلات الطعام	50 - 80	70
الورق	4 - 10	6
الكرتون	4 - 8	5
المطاط / البلاستيك / الزجاج	1 - 4	2
المنسوجات	6 - 15	10
الجلود	8 - 12	10
رماد ترميد	6 - 12	8
مخلفات الحدائق	30 - 80	60
الاخشاب	15 - 40	20
علب صفيح (قصدير)	2.5 - 4	3
حديد	2 - 6	3
معادن غير حديدية	2 - 4	2
فضلات المدن بشكل عام	15 - 40	20
النفايات الصناعية (حسب نوع الصناعة)	10 - 30	قيم مختلفة

جدول (22 - 2) كثافة بعض العناصر المكونة للمخلفات الصلبه

المكون	الكثافة : كيلوجرام / متر مكعب	
	الحد الادنى والاقصى	النسبة المتوسطة النموذجية
فضلات الطعام	120 - 480	290
الورق	30 - 130	85
الكرتون	30 - 80	50
البلاستيك	30 - 130	65
المنسوجات	30 - 100	65
المطاط	9 - 200	130
الجلود	90 - 260	160
مخلفات الحدائق	60 - 225	105
الاخشاب	150 - 320	240
الزجاج	160 - 180	175
علب الصفيح (القصدير)	45 - 160	90
معادن غير حديدية	60 - 240	160
حديد	120 - 1200	320
رماد ترميد	320 - 960	480
فضلات المدن (طبيعية غير مكبوسة)	90 - 180	130
فضلات المدن (مكبوسة فى سيارات الجمع)	180 - 450	300
فضلات المدن (مكبوسة عادية فى مواقع الردم)	350 - 550	475
فضلات المدن (مكبوسة جيدا فى مواقع الردم)	600 - 750	600

(الجول هو وحدة قياس الطاقة ـ وظاهرة جول «هى تولد الحرارة فى جسم مقاوم عند مرور التيار الكهربى خلاله) .

تبلغ الطاقة الناتجة من احراق كيلو جرام من القمامة نحو 20 مليون كيلو جول بينما يعطى الفحم طاقة حرارية تكافئ 38 - 28 مليون كيلو جول لكل كيلو جرام وتزيد القيمة الحرارية قليلا بالنسبة للمخلفات التى تتكون من بقايا الطعام واللحوم.

فى الولايات المتحدة الامريكية تمثل المخلفات الناتجة من المصانع والمتاجر ومواد البناء وقمامة المنازل نحو مليون طن فى اليوم أى ما يعادل أربعة كيلو جرامات لكل فرد فى اليوم. بينما تكون كمية النفايات الصلبة، فى القاهرة، يوميا 5000 طن.

إذا كان من المتعذر الحصول على محتوى الطاقة من كتله النفايات فانه يمكن تحديد القيمة التقريبية لمحتوى الطاقة باستخدام علاقة «دالونج» (Dulong) الآتية :

$$E = 337 C + 1428 (H - O/8) + 95 S$$

حيث :

E = محتوى الطاقة بالكيلو جرام لكل كيلو جرام من النفايات.

C = مقدار ما يحويه كيلو جرام نفايات من الكربون.

H = مقدار ما يحويه كيلو جرام نفايات من الهيدروچين.

O = مقدار ما يحويه كيلو جرام نفايات من الأكسچين.

S = مقدار ما يحويه كيلو جرام نفايات من الكبريت.

وتكون وحدات S,O,H,C النسبة المئوية الوزنية

ويمكن تحديد كمية كل عنصر كيميائى على حدة باستخدام التحليل الكيميائى الحدى للنفايات الصلبة، أو يمكن استخدام جدول (23 - 2) الذى يوضح النسبة المئوية الوزنية للعناصر : الكربون، الهيدروچين، الاكسچين، النتروچين، الكبريت والرماد التى يحويها كل عنصر من مكونات النفايات الصلبه، وهى قيم نموذجية دقيقة.

النفايات الصناعية الصلبه

هى جميع بقايا المواد التى تدخل فى عمليات الانتاج الصناعى، وأغلب الأنشطة الصناعية تنتج نفايات ومخلفات صلبه، يوضح جدول (24 - 2) أمثلة لبعض الصناعات والنفايات الصلبه الناتجة عنها.

أثر النفايات الصلبه في تلوث البيئة

من الآثار السيئة السلبية التى يسببها التلوث بالنفايات الصلبه :

* تصاعد الروائح الكريهه النفاذة.
* تكاثر الذباب والحشرات ونواقل الامراض.
* انتشار الحيوانات الضاله المريضة والمعدية.
* امكان نشوب الحرائق وتصاعد الادخنة والغازات.
* تلوث المياه الجوفيه والسطحية.
* تأثر الناحية الجمالية والسياحية.
* انتشار النفايات الصناعية والنفايات الكيميائية الضارة السامة والخطرة يؤثر على الانسان والحيوان والنبات.
* حرق المخلفات يؤدى إلى تلوث الغلاف الجوى بغاز ثانى أكسيد الكربون وغازات أخرى ضاره للبيئة مثل أكاسيد النتروجين وهذه الغازات تتميز بظاهرة الاحتباس الحرارى وتسبب ارتفاع درجة الحرارة.



جدول (23 - 2) النسب النموذجية للتحليل الكيميائى الدقيق لعناصر النفايات الصلبه (بوحدات النسبة المئوية الوزنية)

العنصر	الكربون C	الهيدروجين H	الأكسجين O	النتروجين N	الكبريت S	الرماد
فضلات الطعام	48	6.4	37.6	2.6	0.4	5.0
الورق	43.5	6.0	44.0	0.3	0.2	6.0
الكرتون	44	5.9	44.6	0.3	0.2	5.0
البلاستيك	60	7.2	22.8	-	-	10.0
المنسوجات	55	6.6	31.2	4.6	0.15	2.5
المطاط	78.5	10	-	2.0	-	-
الجلد	60	8	11.6	10	0.4	10.0
بقايا الحدائق	47.5	6	38	3.4	0.1	4.5
الاخشاب	49.5	6	42.7	0.2	0.1	1.5
مواد عضوية مختلفة	48.5	6.5	37	2.2	0.3	5.0
اسلاك .. رماد ..	26.5	3.0	2.0	0.5	0.2	68.0

جدول (24 - 2) النفايات الصلبه الناتجة من بعض الصناعات

الصناعة / النشاط	النفايات
اختزال الالمونيوم *Aluminium reduction*	معادن
Asphalt الاسفلت	اسفلت - قطران
اسمنت وخرسانه *Cement & Concrete*	زجاج - اسمنت - طين - سيراميك - ورق
تجهيز الفحم والكوك *Coal & Coke Preparation*	خبث
محطات الاحتراق *Combustion Plant*	مكونات رماد صلب
Fertilizer الاسمدة	جبس
تشطيب بالجلفنة *Finishing galvanic*	معادن
تشطيب بطرق اخرى	مذيبات - رماد صلب
Food الاغذية	شحومات - زيوت - دهون
Foundry مسابك	معادن - رمال - خبث - زفت
Pulp & Paper الورق	ورق - الياف - كيماويات - أخشاب - مواد حشو
البترول والتكرير *Petroleum & refinery*	زيوت - قطران
البلاستيك والمطاط *Rubber & Plastics*	مذيبات - بقايا بلاستيك ومطاط
Steel الصلب	معادن - أتربة مجمعه
Workshops الورش	معادن - زيوت - مستحلبات

أثر الملوثات الصلبه على الصحة

* تنقل القمامة 42 مرضا.
* 90% من الحالات المرضية الموجودة بالمستشفيات سببها ملوثات البيئة.
* توجد أسباب متعددة لانتشار الفيروس الكبدى أهمها تلوث البيئة بصفة عامة وتلوث الغذاء بصفة خاصة.
* هبوط المستوى العام للصحة بين السكان.
* توجد أنواع من الأمراض تتأثر بشدة بالتلوث والادخنة ـ الصادرة من حرق النفايات الصلبه ـ منها مرضى الحساسية الناتجة من الاصابة بالربو الشعبى للصغار والكبار وكذلك مرضى النزلات الشعبية.
* إذا كانت الادخنة ذات كثافة ومصحوبة برائحة نفاذه فانها تؤدى إلى تهيج الاغشية المخاطية للعين والانف وضيق فى التنفس.
* يمكن أن يؤدى حرق القمامة إلى أدخنة مسببة للاختناق.

المخلفات الصلبه فى مصر

- ينتج فى مصر من القمامة أكثر من 13 مليون طن سنويا ويقدر أن تكون 15 مليون طن فى عام 2006 وحوالى 19.3 مليون طن عام 2016
- فى الحضر ينتج يوميا 25 ألف طن قمامة وفى القاهره الكبرى وحدها 10 آلاف طن هذه القمامة منها 20% - 10 ورق يمكن إعاده استخدامه و 5% بلاستيك يحتاج إلى تدخل القطاع الصناعى.
- ينتج 2.6 مليون طن من قش الارز سنويا (يحتوى القش على مواد عضوية عالية القيمة).
- ينتج 279 مليون متر مكعب من روث الحيوانات.
- ينتج 20 مليون طن من تبن القمح وقوالح الذرة وقش الارز وحطب القطن وحطب الذره.
- فى القاهرة وحدها ينتج يوميا 6500 طن من القمامة المنزلية بالإضافة إلى 1500 طن من الاتربة ومخلفات المبانى.
- فى الجيزه ينتج يوميا 1200 طن من القمامة بالاضافة إلى 450 طن يوميا من الاتربة ومخلفات المبانى.
- 60% من المخلفات الصلبه يتم حرقها لاستخدامها كوقود.
- المخلفات الخطرة الناتجة عن بعض الانشطة الصناعية تزيد عن 50 ألف طن سنويا.
- المخلفات الخطرة الناتجة من المستشفيات والوحدات الصحية تزيد عن 41 طن يوميا.

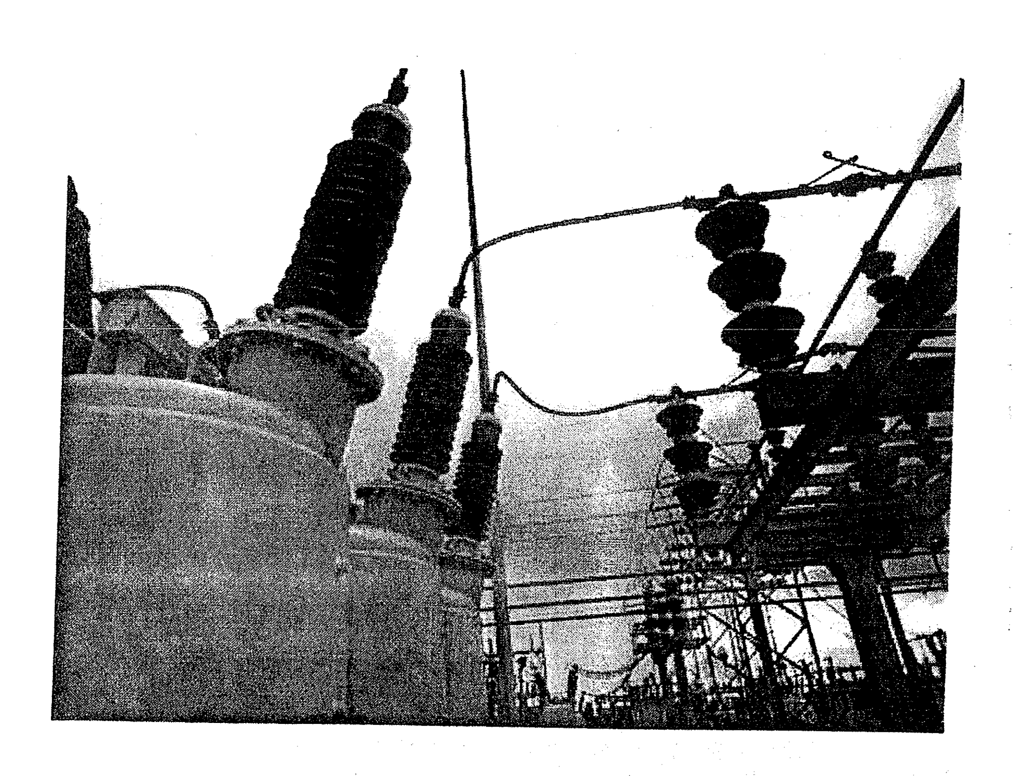
- القاهرة أكبر المحافظات أنتاجا للقمامة ومخلفات المستشفيات تليها الجيزه والاسكندرية وأقل المحافظات هى الوادى الجديد.

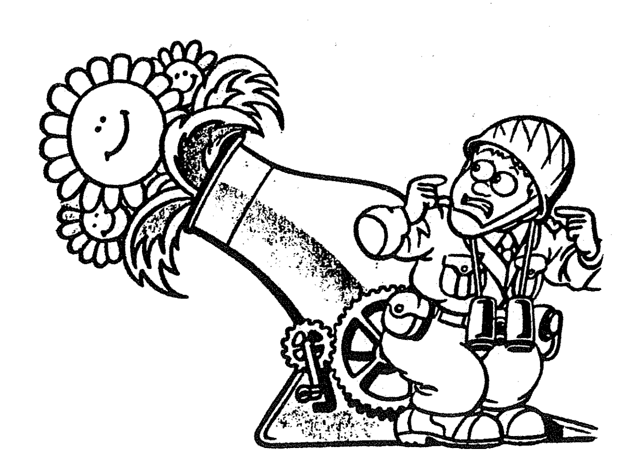
يوضح جدول (25 - 2) أمثلة لكمية بعض النفايات الصلبه الصناعية فى مصر.

جدول (25 - 2) كمية النفايات الصلبه الناتجة من بعض الأنشطة الصناعية

الصناعة / النشاط	كمية النفايات الصلبه
الاسمنت	2 مليون طن من الاتربة الاسمنتية
الكيماويات	43.309 طن نفايات
الاغذية	445.9900 طن نفايات
الغزل والنسيج	27.849 طن نفايات + 2 مليون طن اتربة







الفصل الخامس
النفايات النووية

تطور انتشار الطاقة النووية

* في عام *1942* شيد أنريكوفرمي (فيزيائي إيطالي) في امريكا أول مفاعل ذري والذي عرف حينئذ بالقمين الذري، في أحد ملاعب جامعة شيكاغو، وبذلك القمين الريادي ابتدأ عصر القنبلة الذرية والمفاعلات النووية.
* *6* أغسطس *1945* سقطت أول قنبلة نووية على هيروشيما.
* *9* أغسطس *1945* سقطت ثاني قنبلة نووية على نجازاكي.
* عام *1954* أول محطة نووية لتوليد الكهرباء في الاتحاد السوفيتي.
* عام *1959* أول سفينة نووية تجارية (سفانا).
* عام *1965* أول مفاعل نووي حراري في بريطانيا.

يلي ذلك إنشاء المحطات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية في العالم.

حوادث المفاعلات النووية باليابان

يوجد باليابان *51* مفاعلا نوويا توفر لها *35%* من الطاقة الكهربائية.

- في عام *1989* انهار نظام التبريد بالمفاعل النووي في مدينة فوكوشيما.
- في عام *1991* حدثت مشاكل في أحد مولدات المفاعل النووي «فوكوي» فأغلق.
- في عام *1995* حدث تسرب ما يزيد على طن من مادة الصوديوم السامة من المفاعل النووي في تسوروجا.
- في الفترة من *1996* وحتى *1999* وقعت ست حوادث كبيرة في المنشآت النووية اليابانية.
- في عام *1997* شهدت توكايمورا حادثا نوويا حيث تعرض *37* عاملا لمستويات منخفضة من الاشعاع.

النفايات النووية

النفايات النووية هي مواد مشعة تنتج عن التفاعلات الذرية داخل المفاعلات وتعتبر النفايات المشعة من أخطر المخلفات الناتجة من المحطات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية ومن الصناعات الحربية النووية.

ويقاس نشاط النفايات المشعة بوحدة الكوري *(Curie)* والتي تعرف بأنها النشاط الاشعاعي الناتج من جرام واحد من عنصر الراديوم *226*

وتكون النفايات المشعة خطرة إذا زاد نشاطها الاشعاعى عن *100* كورى لكل لتر. يوجد نوعين من النفايات النووية :

(1) عند استخراج خامة اليورانيوم وتركيزها لتحضير الوقود النووى، تتكون كميات كبيرة من النفايات تصل إلى *86%* من حجم الخامة الاصلية المستخرجة، ويكون حجم الخامة حوالى *50000* متر مكعب لكل محطة نووية قدرتها *1000* ميجاوات كل سنه، ولا يزيد الاشعاع الناتج منها عن *5* كورى لكل طن، إلا أن خطورتها فى احتوائها على عنصر اليورانيوم *226* الذى يجعل النشاط الاشعاعى للنفايات يستمر لمدة *1600* سنة تقريبا.

(2) بعض النفايات المشعة والوقود المستهلك من المحطات النووية لتوليد الكهرباء، ويوجد من هذه النفايات نوعين وهما : نفايات ضعيفة أو متوسطة الاشعاع ونفايات قوية الاشعاع وفيما يلى توضيح هذه النفايات :

(أ) النفايات الضعيفة أو متوسطة الاشعاع

هذا النوع يحتوى على مواد تشع أشعة جاما وبيتا فقط (γ,β) وتوجد على شكل غاز أو سائل وتنتج من تلوث دائرة التبريد مثلا، وهى لا تمثل خطرا كبيرا حيث أن حجمها صغير نسبيا ولا يزيد عن *500* متر مكعب فى السنة لمحطة نوويه قدرتها *1000* ميجاوات ولا يستمر اشعاعها أكثر من *500* سنه وعادة تدفن بعد تبريدها فى أماكن خاصة محاطه بالاسمنت فى باطن الأرض، أو تدفن فى الطفل (طريقة الدفن فى سويسرا) أو فى طبقات من صخور الجرانيت (طريقة الدفن فى السويد) أو فى مناجم الفحم (طريقة الدفن فى المانيا)، أو بالقاءها فى البحر على دفعات صغيرة (هولندا - بلچيكا - انجلترا).

(ب) النفايات قوية الاشعاع

وهى عبارة عن الوقود المستهلك الناتج من المفاعل النووى والذى يتم غمره فى خزانات مملوءه بالمياه لتفقد حرارتها وبعض اشعاعاتها، ثم يتم دفنها فى باطن الارض على عمق كبير، وبعيدا عن العمران. فى عام *1985* خزنت السويد النفايات قوية الاشعاع فى خزان صخرى على عمق *25* متر ومقاس هذا الخزان *120* متر طول × *21* متر عرض × *27* متر ارتفاع وبداخله قاعة منفصله من الاسمنت ومقسمه إلى أربعة أقسام وتتسع لتخزين حوالى *750* طن من الوقود المستهلك.

يحتوى الوقود المستهلك على عناصر مشعة مثل اليورانيوم والبلوتونيوم وبعض الاكتينيدات *(actinids)* (الامريشيوم - الكيوريوم - النبتونيوم) والتى تحتاج إلى وقت طويل جدا لكى تفقد إشعاعاتها الضارة.

توجد طرق أخرى للتخلص من النفايات قوية الاشعاع مثل تخزينها فى مواد عازلة (الزجاج أو الخزف) ومن أنواع الزجاج المستخدم الزجاج البوروسليكات والذى يمتاز بمقاومة الحرارة الصادرة من النفايات النووية ويقاوم الفعل الكيميائى لجميع العوامل الخارجية المحيطة بهذه النفايات.

وتقع خطورة النظائر المشعة فى أن بعضها يتركز فى أماكن مختلفة من جسم الإنسان فمثلا يتركز الكالسيوم والسترانشيوم فى عظام الجسم بينما يتركز اليود المشع فى الغدة الدرقية وتذهب نظائر كل من النحاس والزرنيخ إلى مخ الإنسان.

على الرغم من المحاولات الكثيرة المبذولة لرفع كفاءة المفاعلات النووية المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية وزيادة درجة الأمان بها، إلا أنه قد صدر تقرير هام عن معهد مراقبة البيئة الامريكى يعترف بأن جميع الدول المستخدمة للطاقة النووية (بالانشطار) فشلت حتى الآن فى إيجاد حل جذرى أمن ودائم لمشكلة النفايات النووية الناتجة عن هذه المحطات والتى بلغت *80* ألف طن خلال عام *1990* وستصل إلى حوال *190* ألف طن عام *2000* الأمر الذى يعنى أن العالم مقبل على أخطار كبيرة تهدد البيئة وسلامتها وخاصة أن هناك ما يقرب من *200* مفاعل نووى سوف يتوقف تماما - يخرج من الخدمة - خلال السنوات القادمة، والخطير فى هذه النفايات النووية أنها تظل محتفظة بتأثيرها المميت المدمر لعشرات الآلاف من السنين. وتوجد محاولات كثيرة ومتعددة لدفنها تحت سطح الأرض وبعضها دفن فعلا فى المحيطات (بالمحيط القطبى الشمالى دفن *17000*حاويه بداخلها نفايات مشعة وفى المحيط القطبى غرقت غواصات روسيه نووية) كذلك تحاول بعض الدول الكبرى دفن هذه النفايات لدى دول العالم الثالث والعالم الرابع.

من الحوادث الشهيرة، حادث إنفجار مفاعل تشرنوبيل فى *26/4/1986* والذى أدى إلى مقتل حوالى *10000* من سكان المنطقة وعمال المناجم وجنود النظافة والحراسة ولقد تسرب من المفاعل حوالى *76%* من الاشعاعات القاتلة، وكان المفاعل يحتوى على *190* طن من الوقود النووى قبل انفجاره، ولقد تأثرت معظم دول العالم بالاشعاع حيث لوث الأرض والغذاء وفى *29/10/1990* أصدر برلمان أوكرانيا قرارا بإغلاق المحطة النووية فى تشرنوبيل.

فى قمة مؤتمر ريودى جانيرو عام *1992* أعلن أن *30* محطة نووية فى الولايات المتحدة واوروبا الغربية واليابان معرضة لكارثة نووية على غرار ما حدث بكارثة تشرنوبيل.

المواد المشعة فى مفاعل الاندماج النووى

(1) الترتيوم وهو اقل المواد المشعة إشعاعا حيث أنه يشع الكترونا واحدا بطاقة منخفضة لا تقدر على اختراق جلد الإنسان. ويتحلل لعمر نصفى يقدر بحوالى *12.3* عام إلى هليوم الذى ليس له أية تأثيرات ويمكن إعادة استخدامه فى المفاعل مرة أخرى لزيادة حرارته. ويمتاز هذا العنصر بأنه ليس له تأثير بيولوچى فى البيئة أو الطعام أو على الإنسان.

(2) مادة مشعة تظهر فى الاجزاء المعدنية المصنوع منها قلب المفاعل للاندماج لامتصاص بعض النيوترونات لانتاج الطاقة، وهذه المادة ليس لها أضرار تذكر.

النفايات النووية بالعالم

(1) قامت الولايات المتحدة الامريكية أثناء الحرب الباردة *(1977 : 1942)* بتخزين *12* ألف قطعة من الأسلحة النووية فى أكثر من *23* دولة حول العالم، من هذه الدول : كوبا والمغرب واليابان وبورتريكو وبريطانيا والمانيا الغربية وكندا وكوريا الجنوبية. وذلك بغرض نشر الاسلحة النووية والمعدات اللازمة لتفعيلها حول العالم حتى تكون جاهزة للاستخدام فى حالة حدوث مواجهة مع الاتحاد السوفيتى.

(2) حذرت روسيا الولايات المتحدة أخيرا من أنها تمتلك أسلحة تكفى للتغلب على أى نظام دفاعى للصواريخ لديها. تمتلك الترسانة الروسية القدرات الفنية اللازمة للتغلب على أى دفاعات مضادة للصواريخ.

(3) قدرت كمية مادة البلوتونيوم المشعة الموجودة باسرائيل بما يتراوح من *300* إلى *500* كيلو جرام مما يسمح بإنتاج حوالى *250* قنبله نووية.

وهذا يعنى أن اسرائيل تمتلك سادس أكبر مخزون من مادة البلوتونيوم فى العالم بعد كل من روسيا والولايات المتحدة وبريطانيا وفرنسا والصين.

(4) توجد باسرائيل ترسانة ضخمة من الاسلحة النووية وتدير منشآت نووية غير خاضعة للرقابة الدولية وتصر فى الوقت ذاته على عدم الانضمام إلى معاهدة حظر الانتشار النووى.

(5) يوجد باليابان *51* مفاعلا نوويا بواسطتها تحصل اليابان على ثلث الطاقة الكهربائية التى تحتاجها.

(6) تمتلك روسيا *90* غواصة قديمة - خارج الخدمة لوجود أعطال بها - ولكن لا يزال بها رؤوس نووية نشطة.

(7) تقدر المفاعلات النووية الغارقة فى المحيط القطبى الشمالى بحوالى 20 مفاعل روسى الصنع.

(8) يوجد 137 مفاعل نووى قديم، تستخدم للاعمال المدنية بأرخبيل «نوفيا زمليا» بشاطئ المحيط القطبى الشمالى.

(9) تخلصت الولايات المتحدة الامريكية من ملايين اللترات من النفايات النووية السائلة بالدفن فى أحدى المناطق الصحراوية شمال غرب أمريكا فى حوالى 150 موقعا. وقد ذكر العلماء الامريكيون أن التفاعلات التى تحدث داخل هذه النفايات النووية تؤدى إلى انبعاث غاز الهيدروچين المشع الذى يمكن أن ينفجر فوق سطح الأرض محدثا سحابة هائلة من الاشعاع النووى، وكان علماء أمريكا قد حاولوا التعامل مع هذه المشكلة باستخدام وسائل علمية للتخلص من فقاعات الهيدروچين المشع التى تتكون تحت الارض وبالتحديد داخل المستودعات المحتويه على هذه النفايات، هذه الوسائل نجحت فى تأجيل موعد انفجار غاز الهيدروچين المشع حيث أنها تفتت الفقاعات المكونة منه ولا يمكن التخلص منها نهائيا. وتزيد الخطورة إذا تسربت هذه النفايات إلى مياه الانهار القريبة.

الآثار الجانبية لوسائل التخلص من النفايات النووية

(أ) دفن المواد المشعة القاتلة فى الارض يؤدى إلى تلوث المياه الجوفية والحياة النباتية فى هذه المناطق بالاشعاعات النووية.

(ب) دفن النفايات النووية فى أعماق البحار والمحيطات يعتبر أحد مصادر التلوث الذى يهدد الأحياء المائية وبالتالى الإنسان.

(جـ) الاقتراح باطلاق النفايات النووية إلى أعماق الفضاء بعيدا عن كوكب الارض يمكن أن تعود الينا بشكل أو بآخر.

(د) نلاحظ فى المدة من 1978 إلى 1991 زيادة معدل الاصابة بالسرطان على شواطئ المحيط القطبى الشمالى نتيجة دفن الرؤوس النووية النشطة للغواصات الروسية.

(هـ) فى سيتمر 1992 أعلن انتشار مرض السرطان فى الاطفال الذين كانوا فى أرحام أمهاتهم عند انفجار مفاعل تشرنوبيل.

اليابان والتسرب الاشعاعى واسوأ كارثة نووية

حدث فى مدينة تاكايمورا اليابانية يوم الخميس 30/9/1999 الساعة 10:30 اسوأ حادث نووى فى تاريخ اليابان. وعالميا هو أسوأ حادث نووى بعد تشيرنوبيل فى الاتحاد السوفيتى وترى مايل ايلاند فى الولايات المتحدة.

تقع مدينة تاكايمورا على بعد حوالى 140 كيلو مترا شمالى العاصمة طوكيو، وعدد سكانها حوالى 300 ألف نسمه، وهى قلب الصناعة النووية اليابانية حيث أنها تضم 15 منشأة نووية منها مصنع لمعالجة اليورانيوم تديره شركة «جى سى أو» التابعة لشركة سوميتومو منيل ما ينتج.

فى مصنع معالجة اليورانيوم ينقل العمال محلول اليورانيوم إلى افران الخلط بالجرادل دون إستخدام الاجهزة المعروفة عالميا فى نقل هذه المواد شديدة الخطورة داخل مجمع المفاعل، وهو الامر الذى أدى إلى سوء تقدير العامل الذى وضع نحو 16 كيلو جراما من اليورانيوم فى الفرن النووى، والتى اقصى قدره استيعابية لها 2.4 كيلو جرام، هذه الكمية أزيد ثمانى مرات من الكمية المفروض وضعها مما أدى إلى حدوث تفاعل متسلسل ـ تسرب نووى ـ وتصاعد سحاب من الدخان الازرق نتج عنه تسرب إشعاعى إلى خارج اسوار المصنع.

قدر خبراء اليابان خطورة التسرب بانه من الدرجة الثانية فى بادئ الامر ثم أعلنت السلطات أن خطورة الحادث تصل إلى الدرجة الرابعة على مقياس الحوادث النووية. وأن التسرب الاشعاعى زاد 20 ألف مرة عن المستويات الطبيعية المسموح بها عالميا.

من أسباب أن أطلق على هذا الحادث اسوأ حوادث التسرب النووى :

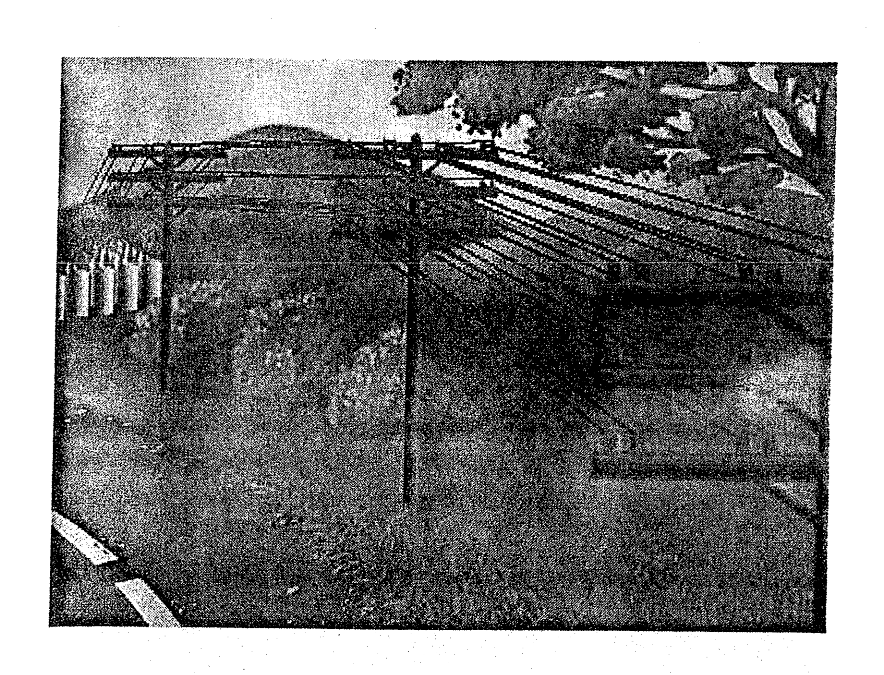
- انتظرت الشركة المسئولة عن تشغيل المصنع لمدة ساعة قبل ابلاغ محافظة ايباراكى الواقعة بنطاقها القرية.
- تم البحث عن المحافظ لابلاغه الخبر وعندما ابلغت الحكومة المركزية بطوكيو كان مر حوالى خمس ساعات ـ حتى ذلك الوقت لا يعرف مواطنو المنطقة أى شئ ويمارسون حياتهم بصورة طبيعية وتعرض العشرات منهم للاشعاع النووى، وأغلبهم علم بالحادث من نشرات الاخبار.
- الحكومة المركزية فى البداية، قللت من حجم الحادث مما أخرها لساعات عن مواجهته ـ حوالى عشر ساعات.
- استغرق الأمر عشرين ساعة قبل اعلان الحكومة رسميا وعندها كان الاشعاع بالمنطقة ارتفع إلى 15 ألف مرة عن المعدل الطبيعى.
- فرضت منطقة حظر تمتد لمسافة 350 متر حول موقع الحادث وطلب من السكان أن يلزموا منازلهم.
- يوم 1/10/2000 كان تعرض حوالى 55 شخصا للاشعاع ثلاثة منهم فى حالة حرجة وهم من العاملين بالمصنع ثم زاد عدد الاصابات إلى 69 شخصا.

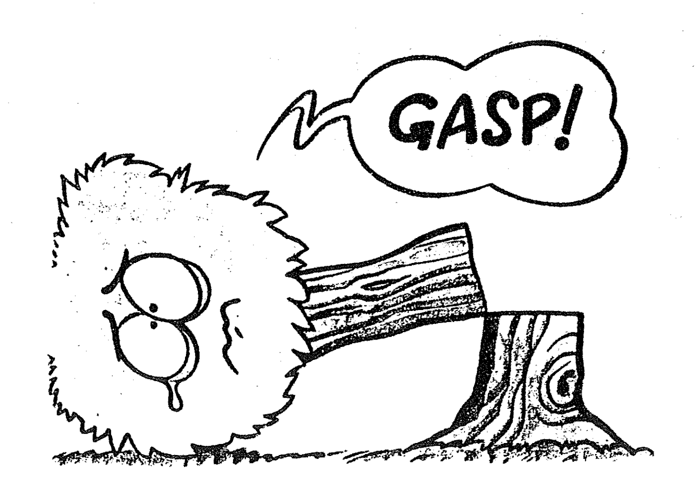
- ألغت الحكومة اليابانية ترخيص عمل شركة (جى. س. أو) التى تقوم بتشغيل محطة معالجة اليورانيوم التى وقع فيها اسوأ حادث نووى فى اليابان.

بالإضافة إلى التسرب النووى ومخاطره، فإن قضيه الانتشار النووى - رغم أنها تتعلق بالأسلحة وقدرتها وإمكاناتها - قضيه خطيرة كما أوضحت الاحداث فى العراق وغيرها من الدول وتحظى هذه القضايا الآن الاهتمام الجاد الدائم من مجلس الامن والوكالة الدولية للطاقة الذرية.








GASP!

الباب الثالث
حماية البيئة من التلوث

معالجة النفايات *Waste Treatment*

على الرغم من أن الغرض الرئيسى من المسح البيئى هو الوصول إلى أقل مستوى من الانبعاثات عند المصدر وإعادة التدوير للنفايات إذا أمكن ذلك، فأن من الضرورى الاهتمام بمعدات وأجهزة المعالجة. ويجب تقييم فرص المسح البيئى بعناية مثل تقليل الانبعاثات أو تغيير المواد الخام الأولية البديلة أو الوقود وذلك قبل البدء فى بحث ودراسة معدات انخفاض الانبعاثات وفى بعض الحالات، يمكن تحديد مصادر الانبعاثات المؤثرة قبل الانتهاء من المسح البيئى الكلى.

وللحصول على التصميم المناسب لهذه الأجهزة يجب أن تجرى قياسات تفصيلية قبل طلب الأجهزة المناسبة للانبعاثات. وتوجد تكنولوجيات حديثة ومتعددة خاصة بأجهزة الحد من الانبعاثات تعتمد على نوع الانبعاث المطلوب علاجه. وأحيانا يكون لبعض الاجهزة نفس الكفاءة تقريبا، ولذا تعطى من الافضل، عند الاختيار، اعطاء أولوية للأجهزة البسيطة ذات الصيانة الممكنة.

وسنتعرض فى هذا الباب إلى :

- معالجة المخلفات السائلة.
- معالجة النفايات الصلبه.
- معالجة تلوث الهواء.



الفصل الأول
معالجة المخلفات السائلة

(Waste Water Treatment)

معالجة مياه النفايات

يتم تصنيف مياه النفايات *(Waste Water)* (مياه الصرف المحتويه على النفايات أو المخلفات السائلة) تبعا لوجود الكيماويات العضوية أو غير العضوية، الاس الهيدروچينى *PH*، درجة الحرارة وكمية الاكسچين المذاب.

ويمكن تصنيف المخلفات السائلة كما يلى :

* المخلفات السائلة للمنازل والمحال التجارية والصناعات الصغيرة الموجودة داخل المدن.
* مياه الامطار.
* مياه الصرف الصناعى.

المخلفات السائلة

(أ) المخلفات السائلة للمنازل والمحال التجارية والصناعات الصغيرة

يتم التخلص من هذه المخلفات عن طريق شبكة من المواسير تحمل هذه المخلفات إلى شبكة الصرف الصحى فى المدينة وتعالج هذه المخلفات بطرق خاصة قبل القائها لإزالة جزء كبير مما تحتويه من عناصر التلوث ثم تلقى بعد ذلك أما فى المجارى المائية (مثل البحار والانهار والبحيرات) أو فى الاراضى المسامية خارج حدود المدنية. تقوم محطات المعالجة بإزالة الفضلات والمواد العالقة بمياه المجارى حيث يتم التخلص من أغلب الشوائب الكيميائية والبيولوچية كذلك إزالة ما فيها من لون ورائحة مع تقليل مركبات الفوسفات والنترات وذلك قبل القائها فى الانهار أو البحار.

وتعتمد طريقة معالجة النفايات السائلة على طبيعة المواد الموجودة فيها، ويجب الاهتمام بهذه العملية لأن المياه التى ستلقى فى الانهار أو البحيرات يمكن أن تكون جزءا من مياه الشرب مستقبلا، يوضح شكل *(1 - 3)* وحدة معالجة الصرف الصحى لمجمع سكنى بدون شبكة عامة للصرف الصحى.

(ب) مياه الامطار

عادة تكون مياه الأمطار خاليه من الملوثات ولذا لا تحتاج إلى معالجة. وعادة فى المدن الكبيرة توجد شبكة مجارى خاصة بمياه الامطار والتى تكون منفصلة عن شبكة مجارى

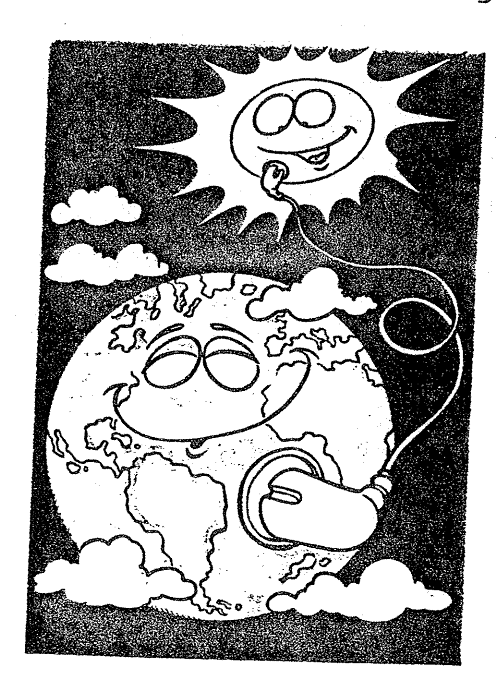
الصرف الصحى. ويمكن أن تتقابل الشبكتان بعد أن يتم معالجة الصرف الصحى لتلتقيا معا فى المجارى المائية (البحار ـ الانهار..).

(جـ) مياه الصرف الصناعى

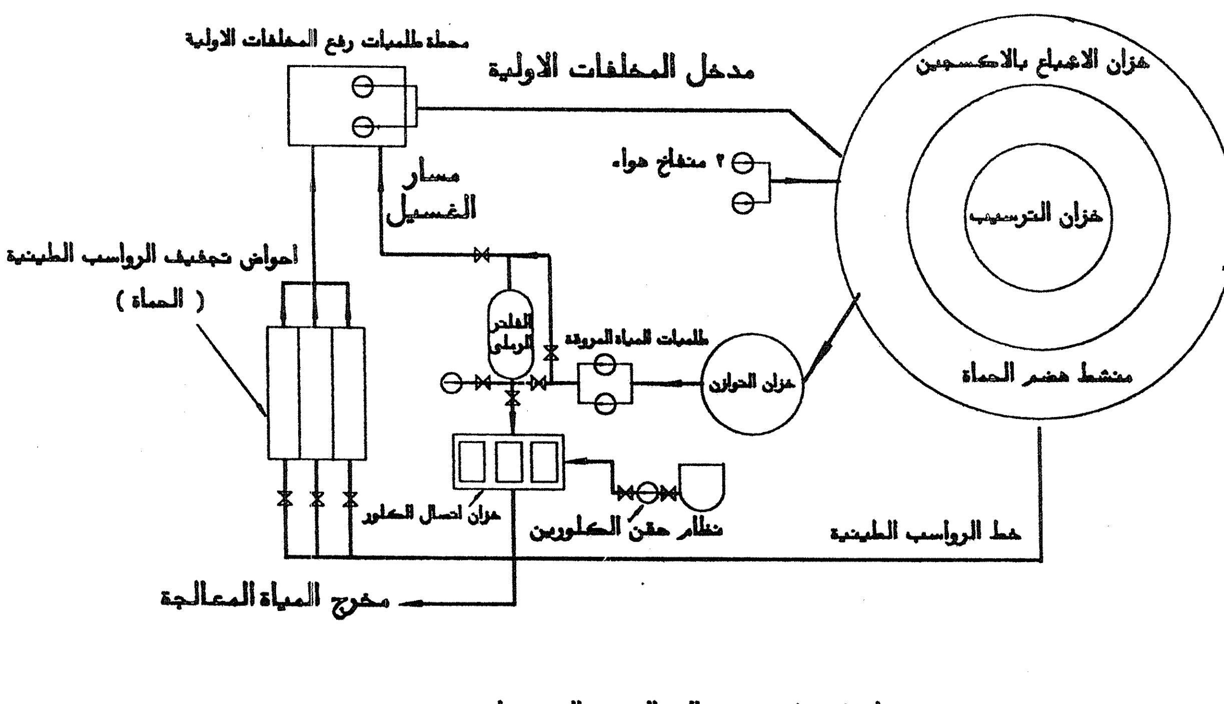
هى المخلفات السائلة الناتجة من الأنشطة والعمليات الصناعية، حيث تساهم كثير من الصناعات (الورق ـ الغزل والنسيج ـ الصباغة ـ التعدين ـ محطات توليد الطاقة) فى انتاج قدر كبير من المخلفات ولا توجد وسيلة معينة ثابتة محددة للتخلص من مياه الصرف الصناعى التى لا يمكن توحيدها لجميع الأنشطة الصناعية، وذلك لان مكونات ومحتويات هذه المياه تختلف تبعا لنوع الصناعة وعليه فيجب على كل مصنع معالجة مخلفاته فهو الاقدر على فهم ومعرفة المواد التى تحتوى عليها مياه صرف مصنعه.

وفى بعض الحالات لا تحتاج مياه الصرف الصناعى لمعالجة نظرا لعدم احتوائها على مواد سامة أو ضاره وعندئذ يمكن القائها مباشرة فى المجارى المائية مثال ذلك المياه المستخدمة فى تبريد الاجهزة الصناعية حيث أنها تحتوى على قدر صغير جدا من الشوائب والتى لا تؤدى إلى تلوث المجارى المائية.

ولكن أغلب مياه الصرف الصناعى تحتاج لمعالجة لاحتوائها على الكثير من المواد الكيميائية الضارة بالبيئة والصحة.



البيئة



شكل (٣-١) وحدة معالجة الصرف الصحى لمجمع سكنى
لايحتوى على شبكة عامة للصرف الصحى

ومن طرق التخلص من المخلفات الصناعية السائلة السامه :

(أ) القاء المخلفات السائلة الصناعية فى الآبار العميقة أو بعض التكوينات الصخرية فى باطن الأرض. ومن عيوب هذه الطريقة أن المياه الملوثة تصل بعد مدة إلى المياه الجوفيه وتسبب تلوث الانهار والبحيرات.

(ب) وضع المخلفات السامة فى عبوات خاصة من الصلب ولكن هذه العبوات سوف تتآكل مع الزمن وتصل محتوياتها إلى التربة المحيطة وإلى المياه الجوفية.

(جـ) وضع المخلفات الصناعية السامة فى عبوات خاصة ودفنها فى آبار خاصة أو مغارات فى باطن الأرض على أن تبطن جدران المغارات بمواد تمنع تسرب هذه المواد والسوائل.

(د) حقن المخلفات السائلة الصناعية على عمق كبير فى باطن الأرض يصل إلى أكثر من 900 متر، على أن يتم الحقن فى الطبقات المساميه لباطن الأرض لمنع تجمعها وللسماح لها بالانتشار على هذا العمق، لتكون بعيدة عن المياه الجوفيه.

التكنولوجيات المختلفة لمعالجة المياه الملوثة بالنفايات

تتضمن تكنولوجيات معالجة المياه الملوثة الآتى :

(أ) معالجة ميكانيكية *Mechanical Treatment*

فى أغلب المصانع تستخدم المعالجة الميكانيكية كمرحلة أولى، وفى أحيان أخرى تستخدم كمرحلة تمهيدية للمعالجة.

يمكن فصل المواد الصلبه بجعل المياه تمر من خلال حاجز مُشبك *(Grating)* ويمكن فصل الجزئيات مثل الحمأة *(Sludge)* بالترسيب فى خزان أو حوض.

تضاف أحيانا كيماويات ترسيب *(Precipitation Chemicals)* لتجميع جسيمات المواد المعلقة فى السائل ليزيد معدل ترسيبها ويسهل فصلها.

يتم إجراء تجهيزات قبل المعالجة لمياه الصرف الصناعى الملوثة لتقليل أو لتدمير كيماويات محددة، كذلك لتخفيض السميات.

من أكثر التجهيزات أهمية أن تجمع مياه النفايات وتوصل إلى محطه معالجة المياه. إذا كانت مياه. النفايات حمضيه أو كانت قلويه فانه يلزم معادلتها أولا.

كذلك قبل توصيل المياه إلى محطه المعالجة يتم التخلص من الدهون والزيوت وذلك باستخدام فاصل زيتى *(Oil Separator)* بسيط. من الطرق الأخرى لفصل الدهون والزيوت استخدام فقاعات الهواء أو باضافة عوامل تنديف (عوامل دمج للدقائق المترسبة)

(Flocculants) (تساعد على تجميع جسيمات المواد المعلقة فى السائل) والتى تعمل على تفتيت الزيوت والدهون وتحويلها إلى مستحلب.

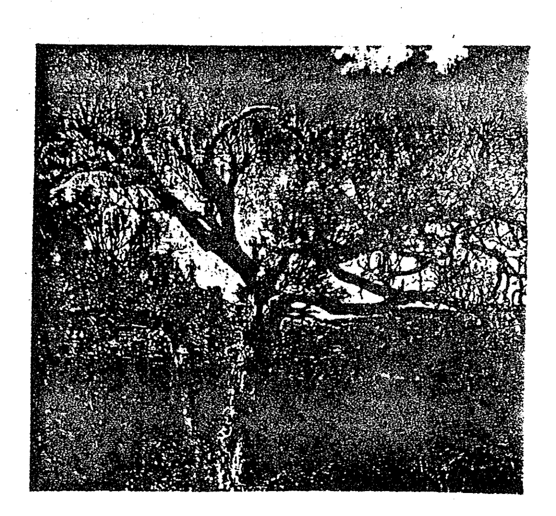
(ب) المعالجة البيولوجية *(Biological Treatment)*

للتخلص من الكيماويات الملوثة يتم إجراء معالجة أخرى. تدمر المركبات العضوية بيولوچيا بواسطة المتعضى المجهرى *(Microorganisms)*.

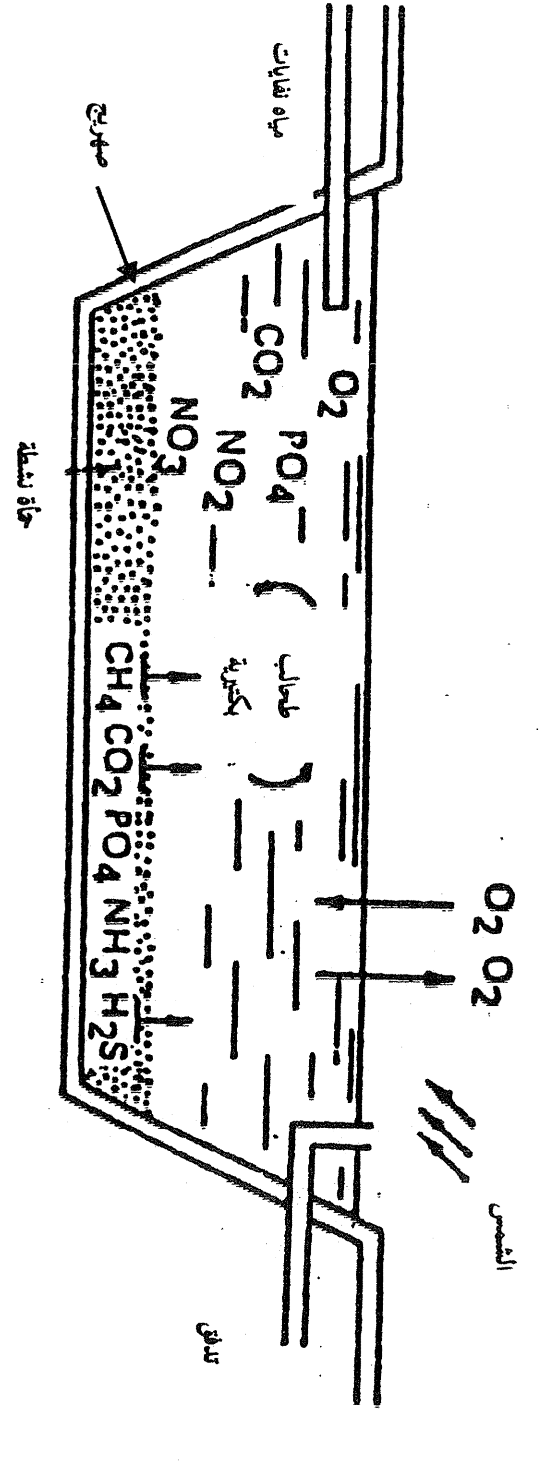
من طرق المعالجة البيولوچية البسيطة والرخيصة أن توضع مياه النفايات فى صهاريج أو برك *(Ponds)* لفترة قبل عملية التصريف. توجد انواع مختلفة لهذه الصهاريج، منها الأنواع المحتويه على هواء مدفوع فى القاع أو بدون هواء. تجهز الحالة داخل الصهريج لتناسب المتعضى المجهرى ويكون الوقت كافى لتدمير المركبات العضوية لحالة مناسبة لتصريف مياه النفايات، كما فى شكل *(2 - 3)* يتم معالجة مياه النفايات المحتوية على حمأة نشطة *(Activated Sludge)* فى أحواض منفصله، يسمح بمرور المياه على أحواض مختلفة والمحتويه على كميات مختلفة من الحمأة النشطة. تفصل الحمأه النشطه من المياه وتعاد مرة أخرى إلى الحوض. وتتميز هذه الطريقة بكفاءة مرتفعة وهى من أكثر الطرق إنتشارا لمعالجة مياه النفايات.

يوضح شكل *(3 - 3)* هذه الطريقة والمحتويه على ثلاثة أحواض هى :

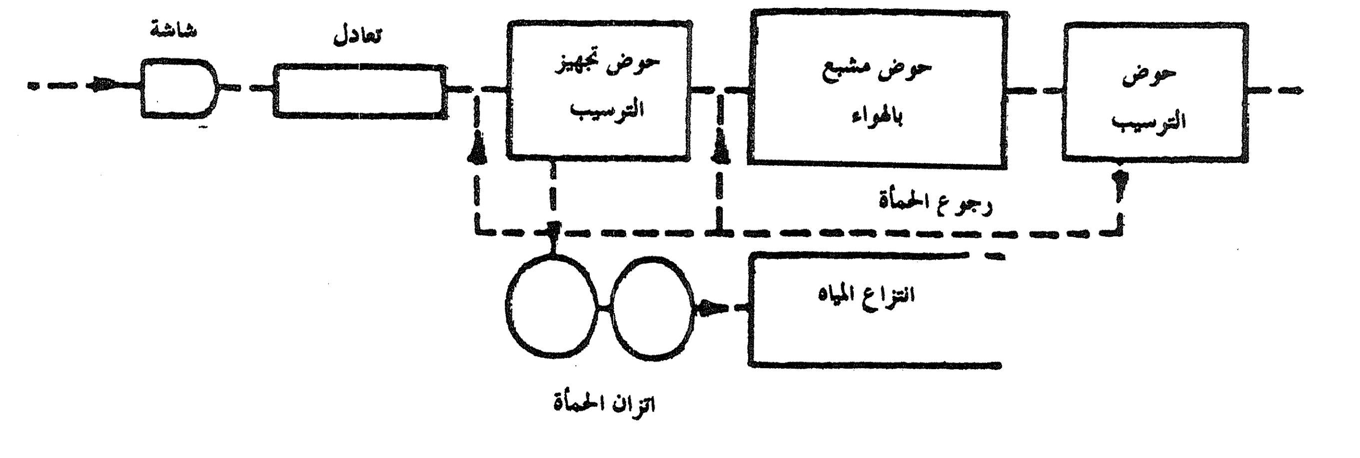
* حوض تجهيز الترسيب *(Presedimentation Basin)*
* حوض مشبع بالهواء *(Aeration Basin)*
* حوض الترسيب *(Sedimentation Basin)*



البيئة



شكل (2 - 3) معالجة بيولوجية بسيطة



شكل (3 - 3) معالجة بيولوجية باستخدام أحواض متعددة

أما الطريقة البيولوچية الثالثة فتسمى مرشحات التقطير *(Trickling Filters)* بحيث ترش مياه النفايات على طبقة مرشح *(Filter - Bed)* والتى تناسب نمو البكتريا تتكون مادة هذه الطبقة من صخور وسيراميك وبلاستيك وخشب.

هذه الطريقة أقل كفاءة من الطريقين السابقتين.

يوضح شكل *(4 - 3)* مكونات هذه الطريقة

(جـ) المعالجة الكيميائية *Chemical treatment*

بعض الملوثات لا تتأثر بالمعالجة البيولوچية، ولذلك لابد أن تدمر أو تتغير كيميائيا بواسطة المعالجة الكيميائية.

تضاف للمياه الملوثة مواد كيميائية مؤكسدة *(Oxidizing Chemicals)* مثل الاوزون *(Ozone)* الهيبوكلوريت *(Hypochlorite)*، برمنجنات *(Permanganate)* لتؤكسد، مثلا، المعادن التى يمكن أن تترسب مع الكيماويات الاخرى.

وتستخدم نفس الطريقة عند الاحتياج لتقليل الكيماويات.

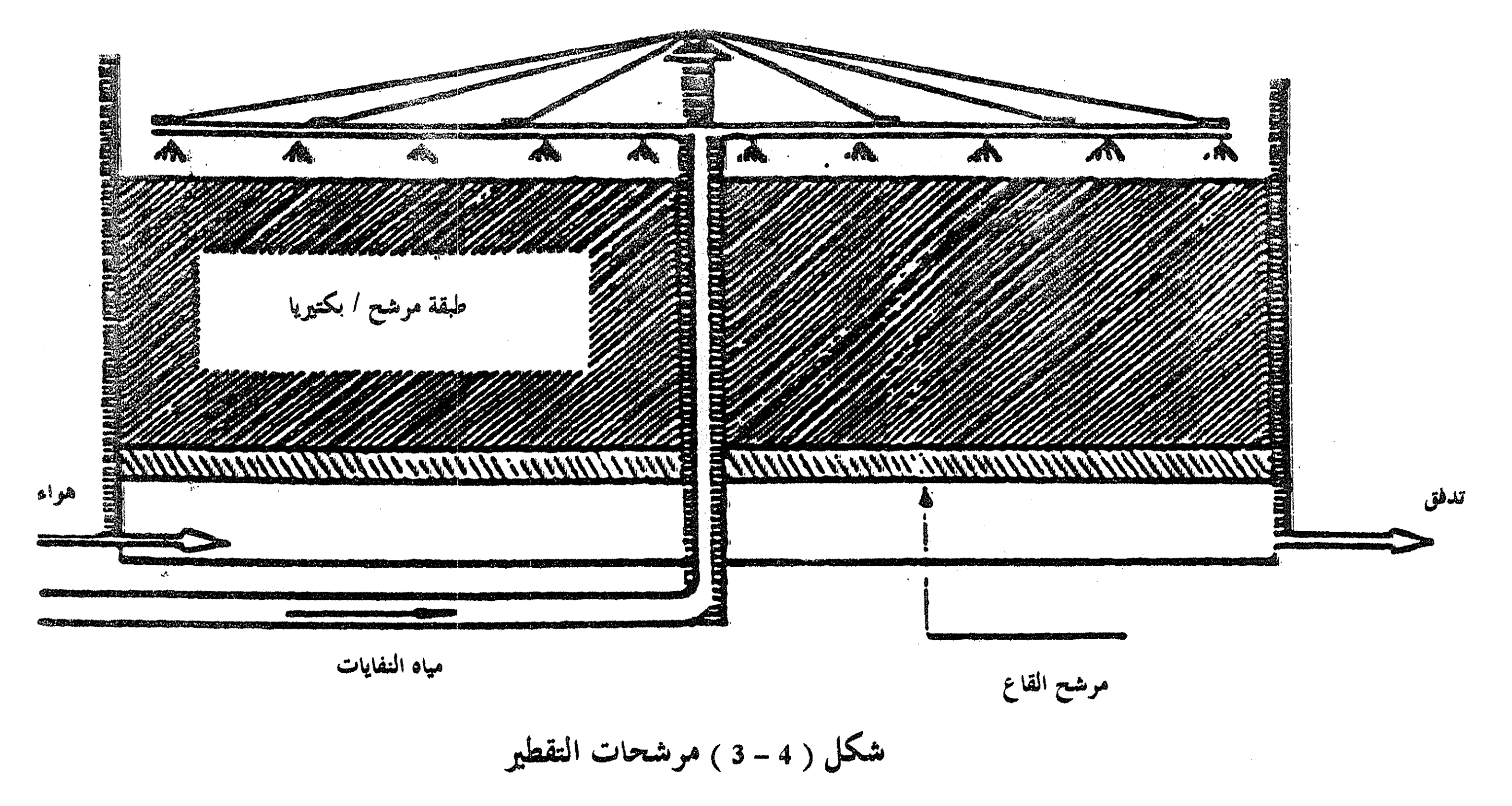
فى حالة الترسيب يكون ضروريا فصل الحمأة وكذلك التخلص أو تقليل المياه الموجودة بالحمأه.

(د) طرق أخرى *(Other Methods)*

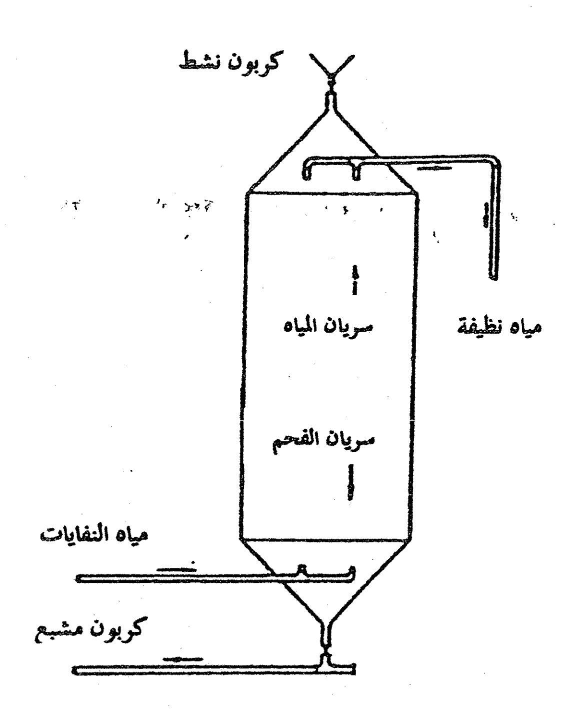
كميات مياه النفايات الصغيرة والمحتويه على تركيزات ملوثات منخفضة، فيمكن معالجتها بطرق أخرى. من أمثلة الطرق البديلة : استخدام مرشح كربون نشط *(activated Carbon - Filter)* وغشاء ترشيح *(Membrane Filtration)* وأوزميومى عكسى *(reverse Osmosis)* (الاوزميومى منسوب إلى عنصر الازميوم، خلال هذه العملية يتم تبادل بين سوائل مختلفة الكثافة ومفصولة عن بعضها البعض بغشاء عضوى حتى يتجانس تركيبها) والتبادل الايونى *(Ion exchange)*

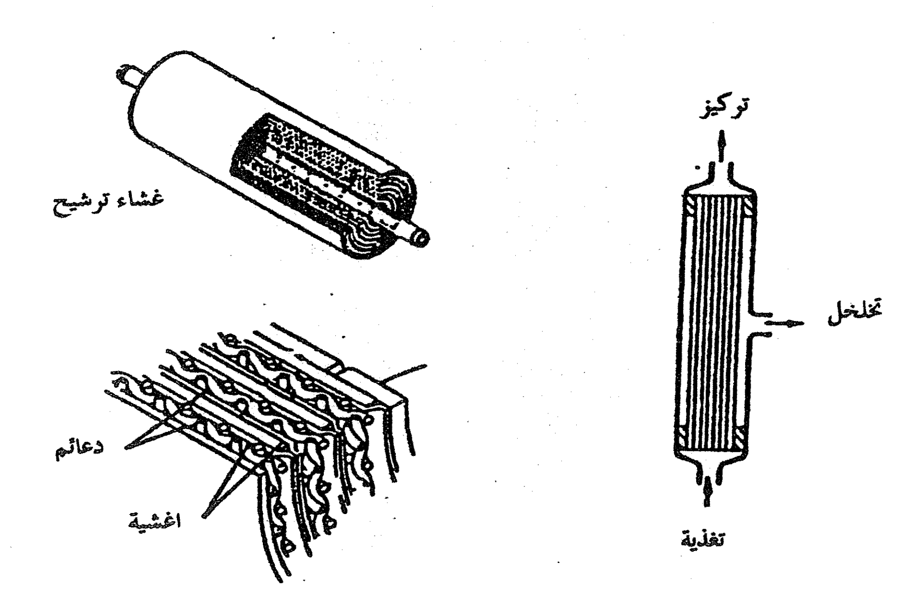
يوضح شكل *(5 - 3)* بعض هذه الطرق.

يوضح جدول *(1 - 3)* ملخص لخطوات معالجة مياه النفايات.



شكل (4 - 3) مرشحات التقطير





شكل (5 - 3) طرق متعددة بديلة لمعالجة النفايات

البيئة

طرق معالجة بقع الزيت فى مياه البحار

(1) **عملية طبيعية**

توجد بعض أنواع البكتريا لها القدرة على تحليل جزيئات الهيدروكربونات وتحويلها إلى جزيئات أخرى صغيرة سهلة الذوبان فى المياه، أى يمكن تحليل معظم النفايات والمخلفات البترولية وتحويلها إلى مواد أقل ضررا. من عيوب هذه الطريقة أنها بطيئة جدا.

(2) **أحراق طبقة الزيت**

من عيوب هذه الطريقة أن المياه تساعد على تبريد طبقة الزيت الطافيه فوقها ويمكن أن تمنع اشتعالها اصلا - كذلك تمنع انتشار المياه فيها - وتضر بالكائنات الحيه وتلوث الهواء بكثير من الابخرة ونواتج الاحتراق.

(3) **استخدام المنظفات الصناعية**

تكون المنظفات الصناعية مع الزيت مستحلبا ثابتا إلى حد كبير، هذا المستحلب ينتشر تدريجيا فى مياه البحر، من عيوب هذه الطريقة أنها تحتاج إلى كميات كبيرة جدا من المنظفات اعتمادا على ضخامة بقع الزيت الطافية.

من أضرارها الأثر السئ على حياة الكائنات والتلوث العام لمياه البحار وللبيئة.

(4) **استخدام نوع من الحواجز الطافيه فوق سطح المياه**

تستخدم حواجز طافية لحصر بقع الزيت الطافية التى كونت مع المياه مستحلب كثيف وعن طريقها يمكن جمع الزيت فى مكان محدد. عندئذ يزيد سمك طبقه الزيت وتقل مساحته. فيمكن امتصاصه تدريجيا من فوق سطح المياه.



جدول (1 - 3) تلخيص خطوات معالجة مياه النفايات

خطوات المعالجة	الوصف
المعالجة الأولية	* امرار مياه الصرف على مجموعة من صهاريج الترسيب والمرشحات وذلك لإزالة المواد الطافية والعالقة (ورق، زيوت، شحوم ...) وبذلك تزال 60% من المواد العالقة فى حوالى 3 ساعات. * أن لم تتم معالجات أخرى فتطهر المياه الناتجة بأضافة قدر من الكلور. * تلقى هذه المياه فى البحار أو مجارى مائية.
المعالجة الثنائية	* تدفع المياه الناتجة من المعالجة الأولية إلى صهاريج تهوية لعمل الاكسدة البيولوجية والتى فيها يتم خلط المياه بنوع من البكتريا وفى وجود الاكسجين الذائب فى المياه تتأكسد جزئيات المواد العضوية المتبقية فى مياه الصرف وتحولها إلى مواد بسيطة التركيب وأقل ضررا على صحة الإنسان.
المعالجة الثلاثية	* تتوقف طريقة المعالجة الثلاثية على نوع المركبات الموجودة فى المياه الناتجة من المعالجة الثنائية وعلى تركيز كل مركب. * يستعمل الكربون النشط فى فرز بعض هذه المركبات والتخلص منها بطريقة الفصل الغشائى أو التقطير. * إزالة بعض الايونات الفلزية الثقيلة مثل (ايونات الزئبق والرصاص) لضررها البالغ على الصحة.

ملحوظة:

أما عن الرواسب المتبقية بعد عمليات الترشيح والمعالجة فتدفع فى صهاريج خاصة وتخضع لنوع من المعالجة البيولوجية تقوم فيها البكتريا بالتخلص من كثير من المواد العضوية فى مدة 20 يوم تقريبا، ويتكون غاز الميثان الذى يستخدم كوقود أما الرواسب المتبقية فتستخدم كسماد أو تحرق أو تدفن فى باطن الارض.

(5) اغراق الزيت فى المياه

بإضافة بعض الرمال الناعمة أو مساحيق خاصة، ذات خاصية التماسك بالزيت والكثافة العالية، فوق سطح الزيت، فإن كثافة الزيت تزيد، ويرسب فى قاع البحر.

مثال لمعالجة الصرف الصحي بمجمع سكنى

يتم تجميع المخلفات فى غرفتى تفتيش، هذه الغرف تعتمد فى عملها على تفتيت المخلفات الصلبة إلى مواد سائلة ذائبة نتيجة التحلل اللاهوائى للبكتريا.

يوجد نوعين من البكتريا هما :

* البكتريا الهوائية *(Aerobic Bacteria)* وهى تطفو وتعيش على سطح المياه فيمنع عنها الهواء فتتحلل وتموت وتتحول إلى الصورة السائلة وذلك بمرورها على غرف ضاغطة.
* البكتريا اللاهوائية *(Anaerobic Bacteria)* وهى تتجمع وتعيش فى قاع الغرف وعند مرور هواء عليها فإنها تتحلل وتموت.

بعد تحلل هذه البكتريا تصرف المياه على البيارات ثم تصرف على المصرف أو البحر.

مثال لمعالجة مياه الصرف الصناعى

تستخدم مادة «البنتونيت» أو «الطفله المساميه» بعد تنشيطها كيميائيا بواسطة الجير الحى لامتصاص المواد العالقة والمخلفات الصناعية قبل اختلاطها بمياه المصرف، وتحتاج إزالة المواد العالقة فى المتوسط من *45* إلى *60* دقيقة مهما كانت كمية المياه المراد تنقيتها ومعالجتها. حيث تضاف نسبه «البنتونيت» وفقا لحجم المياه المراد تنقيتها. توجد ماده «البنتونيت» فى المصانع المنتجة للسيراميك. ويمكن استخدام هذه الطريقة لجميع المصانع للحد من التلوث.

من مميزات هذه الطريقة

* إمكان إعادة استخدام المياه الناتجة من غسيل الجراجات ومحطات البنزين للحد من استهلاك المياه.
* يمكن استخدام الخليط المترسب من المواد العالقة كسماد عضوى للأراضى الزراعية.
* يحتاج المتر المكعب من المياه لتنقيته إلى *2* كيلو جرام من «البنتونيت».

معالجة مياه الغلايات والمبردات

Cooler and Boiler Water Treatment

مقدمة

يمكن استخدام المياه النقيه لاغراض مختلفة مثل مياه الغلايات *(Boiler Plant)* ومياه التبريد بأبراج التبريد *(Cooling Tower)*.

تحتوى المياه الخام على مذيبات *(Dissolved)* أو شوائب عالقه *(Suspended impurities)* والتى يمكن أن تسبب مشاكل، للمياه الخام، حيث تتغير التركيزات من *30* وحتى *2000* جزء من المليون *ppm*.

تتكون المواد أساسا من كربونات الكالسيوم والمغنسيوم *Calcium and magnesium Carbonates)* والكبريتات *(Sulphates)*، وتوجد املاح السيليكون *(Silicon Salts)* بكميات أقل. يمكن أن تحتوى المواد ايضا على املاح الصوديوم *(Salts of Sodium)* والبوتاسيوم *(Potassium)* والالومنيوم *(Aluminium)* والحديد *(Iron)* والمغنسيوم *(Magnesium)* والاحماض العضوية والطبيعية *(Mineral and Organic acid)* ومن الشوائب الاخرى الرواسب *(sediment)*، والعكارة *(turbi)*، والمتعضى المجهرى *(Microorganism)*، والغازات الذائبة *(dissolved gases)* تسبب الكربونات والكبريتات، المذكورة اعلاه، صلابه مؤقته أو دائمة. لأن لها خصائص التفاعل مع الصابون *(Soap)* وتشكل خشاره لا تذوب *(insoluble curds)* والذى يمنع تأثير المنظفات، تنتج السليكا *(Silica)* قشور صلبه جدا ويكون من الصعب إزالتها.

يحدث التآكل *(Corrosion)* نتيجة وجود الاكسچين O_2 الذائب أو ثانى اكسيد الكربون CO_2 فى مياه الغلايه، والقلوية العاليه، وانفصال البخار الملامس للاسطح الساخنة وايضا نتيجة حموضه المياه، ونتيجة ذوبان كل من الاكسچين وثانى اكسيد الكربون فى الماء البارد.

تعريفات

قبل التعرض لطرق معالجة المياه للحصول على مياه عاليه الجوده، دعنا نستعرض معا تعريفات بعض الوحدات.

(1) الاس الهيدروچينى *PH*

تحتوى المياه على الهيدروچين H^+ ويدلل عليها بالاس الهيدروچينى *PH*

ويقاس تركيز H^+ بوحدات مول[١] لكل لتر (Mol / Litre)

$$1 \ mol \ H^+ = 1 \ g$$

$$PH = - \log (H^+) = - Log (CH_3O)$$

تكون المياه حمضيه (Acidic) إذا كانت $PH < 7$

بينما تكون المياه قلويه (Alkaline) إذا كانت $PH > 7$

مثال

$$(H^+) = 10^{-8.6} \ mol / Litre = 10^{-8.6} \ g / litre$$

$$PH = - Log (H^+) = - (- 8.6) = 8.6$$

أى أن المياه، فى هذا المثال، قلويه

يوضح شكل (6 - 3) تدريج الاس الهيدروچينى (PH)، ويجب تذكر أنه تدريج لوغاريتمي وليس خطى.

لذلك يجب مراعاة أن قياس (PH) لا يعنى قياس تركيز الحموضة أو القلوية ولكنه يقيس مدى شدة (Strength) القلوية أو الحمضية.

ويوضح شكل (7 - 3) قيم (PH) لبعض المحاليل.

(يعرف H^+ تركيز الايون الهيدروچينى Hydrogen ion concentration والذى يرمز له بالرموز CH_3O ووحداته mol /L).

(2) الموصولية (درجة التوصيل) Conductivity

تقيس الموصولية كمية الاملاح المذابه (dissolved salts) فى المياه. والموصوليه هى مقلوب المقاومة (resistance). وحدة قياس الموصولية هى السيمنز (Siemens).

(3) المواد الصلبه المذابة الكلية (Total dissolved solids)

(أو نسبه الاملاح المذابه) والتى يرمز لها بالرموز TDS

---

(1) جزئ جرامى (mol) : هو عدد جرامات المادة المساوى لوزنها الجزيئى.

(2) الجزئ (molecule) : هو أصغر جسيم من مادة يمكن أن يوجد على انفراد مع احتفاظه بخواصها الكيميائية.

(3) الدهيدات (aldehydes) : مركبات تحتوى على الشق (CO) المترابط مع ذرة هيدروجين وكذلك مع شق هيدروكربون من أمثلتها فورمالدهيد CH_3O & CH_2O.

فى بعض البلدان تقاس *TDS* بدلا من الموصولية (درجة التوصيل)، وتتأثر العلاقة بين الموصولية و *TDS* بشدة بما تحتويه المياه من مواد صلبه مذابه.

(4) العسر *(Hardness)*

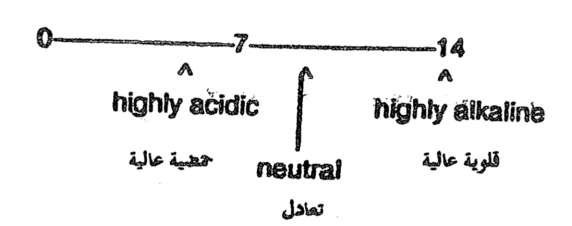
يقاس عسر المياه بجهاز خاص والذى يقيس محتوى الكالسيوم *(Ca)* والمغنسيوم *(Mg)*. توجد قيم مختلفة للعسر والتى تعتمد على البلد المستخدم بها. يوضح جدول *(2 - 3)* هذه القيم.

من أمثلة المكونات المشكلة بالعسر، بيكربونات الكالسيوم *(Calcium bicarbonate* $(Ca(HCO_3)_2)$ وكبريتات الكالسيوم *(Calcium Sulfate* $CaSO_4$*)*، وكربونات المغنسيوم *(Magnesium Carbonate* $MgCO_3$*)* وسلفات المغنسيوم *(Magnesium Sulfate* $MgSO_4$*)*

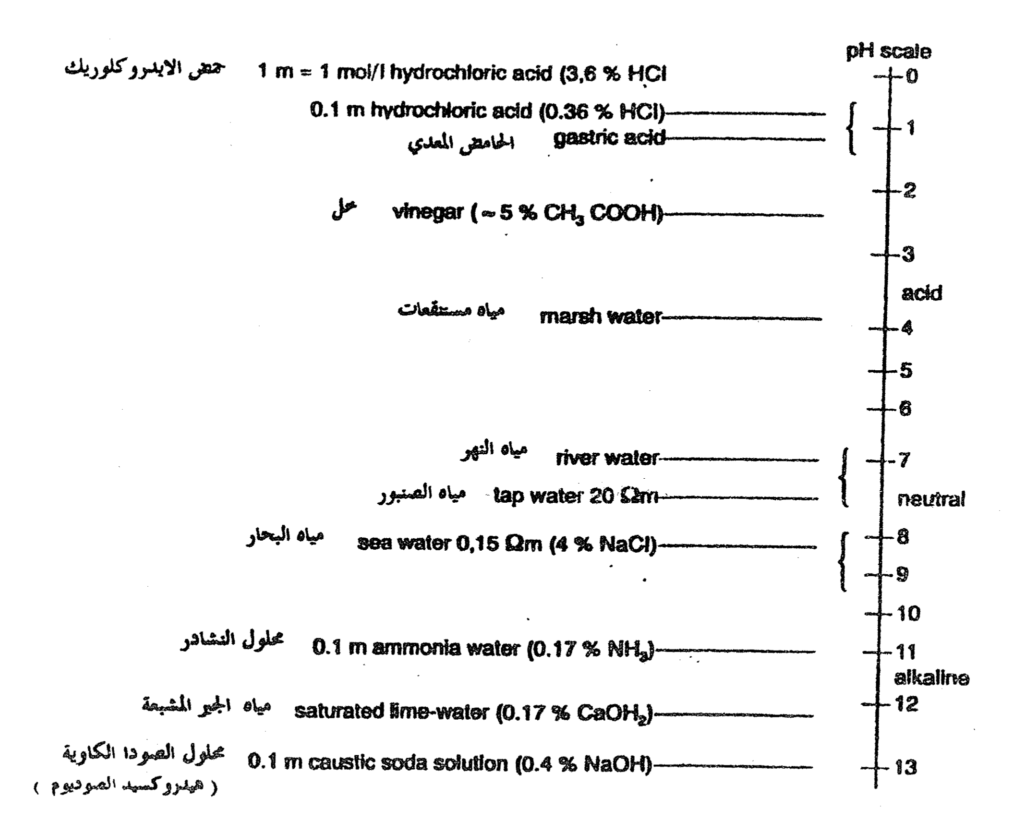
هذا الباب يحتوى على الفصول الآتية :

- معالجة المياه الخام.
- خصائص ومعالجة مياه الغلاية.
- نظام ومعالجة مياه التبريد.
- نظام ومعالجة تسخين المياه.





شكل (3 - 6) تدريج الاس الهيدروجيني



شكل (3 - 7) تدريج (PH) وقيم (PH) لبعض السوائل

جدول (2 - 3) وحدات العسر وتحويلاتها

	°dH	°f	°Clark	mekv / 1	ppm as $CaCO_3$	grain /US gallon
1 °dH	1.0	1.79	1.24	0.357	17.9	1.04
1 °f	0.56	1.0	0.7	0.2	10.6	0.583
1° Clark	0.8	1.43	1.0	0.286	14.3	0.833
1 mekv / 1	2.8	5.0	3.5	1.0	50.0	2.92
1 mg / 1 ppm as $CaCO_3$	0.056	0.1	0.07	0.02	1.0	0.058
1 grain / US gallon as $CaCO_3$	0.958	1.71	1.2	0.232	17.1	1.0

$CaCO_3$ كربونات الكالسيوم

Clark مقياس كلارك نسبه إلى اسم العالم الذى اكتشف طريقة إزالة عسر المياه واخترع خليه كلارك العيارية

°f المقياس الفرنسى

°dH المقياس الالمانى

أولا : معالجة المياه الخام *Raw water treatment*

سنتعرض فى هذا الفصل إلى :

- المعالجة الأولية.
- التبادل الايونى.
- نزع الأملاح.
- تحليه المياه.
- نزع الغازات.

(1) المعالجة الأولية *Pre - treatment*

يجب إزالة المواد الموجودة بالمياه الخام *(raw water)* قبل تنظيفها بالتبادل الايونى *(ion - exchange)*، هذه المواد هى (بفرض وجودها فى واحد مللى جرام /لتر) :

- الحمأه *(Sludge)*.
- حديد، مغنسيوم *(iron, manganese)*.
- الدبال *(humus)*.

الدبال عبارة عن مادة سوداء تنشأ من تحلل المواد النباتية والحيوانية وتشكل الجزء العضوى من التربة).

يتم التخلص من هذه المواد باستخدام مرشح رملى *(sand filter)* خاص وطريقة بسيطة لأكسدة الحديد باستخدام الاكسچين الموجود بالهواء. عادة يتأكسد الحديد بسرعة وبصورة كاملة، مشكلا فى وقت صغير طبقة حفازة *(Catalytic Layer)* وهذا يعنى أن مرشح الرمال يستخدم كمادة حشو *(Bed)*.

لا يمكن التخلص من المغنسيوم بنفس سرعة التخلص من الحديد، والذى يحدث فى التركيزات المنخفضة. للتخلص من المغنسيوم تحتاج إلى مرشح خاص يعالج بالراتينج *(Filter resin)* واحيانا يسترجع باستخدام برمنجنات البوتاسيوم *(Potassium Permanganate)*.

(2) التبادل الايونى *Ion exchange*

يستخدم التبادل الايونى فى معالجة المياه للتخلص من الاملاح الايونية المذابة فى المياه. تكون الاملاح المذابه عبارة عن كاتيونات *(Cations)* (الأيون الموجب الشحنه) وانيونات *(Anions)* (الايون السالب الشحنة)

الايونات الآتية الاكثر أهمية :

الانيون	الكاتيون
Cl^-	Ca^{2+}
SO_4^{2-}	Mg^{2+}
HCO_3^-	Na^+
CO_3^{2-}	K^+

SiO_2

CO_2

(أ) الميسر *(Softener)*

أو المبدلات الصوديوميه

من أكثر كاتيونات *(Cations)* شيوعا. الكالسيوم والمغنسيوم، والتى إجماليا تسمى العسر *(Hardness)*.

الميسر هو تطبيق التبادل الايونى للتخلص من العسر. حيث تشكل ايونات البيكربونات والكربونات والهيدروكسيد القلوية فى المياه الطبيعية. تطبيقات التبادل الايونى للتخلص من هذه المركبات تسمى التخلص من القلويه *(de - alkalization)* بينما تسمى تطبيقات التبادل الايونى للتخلص من جميع الشوائب الايونية التخلص من الاملاح *(demineralization)*.

يجب أن تكون مياه التعويض *(make - up water)* لجميع محطات الغلايات البخارية بدون أى عسر. يسهل الحصول على قيمة عسر $0.01\ dH°$ باستخدام مرشحات التبادل الايونى والتى عادة تسمى ميسرات *(Softeners)*.

يوضح شكل *(8 - 3)* فكرة الميسر.

عند مرور المياه خلال الميسر، يمتص كل من الكالسيوم والمغنسيوم بواسطة راتنجات التبادل الايونى *(ion exchange resin)*، فى نفس الوقت تضاف كمية من الصوديوم للمياه. تدريجيا تتشبع مواد التبادل الأيونى بالكالسيوم والمغنسيوم.

لاعادة مواد المرشح لحالتها الاولى يضاف محلول مخفف بنسبة *10%* كلوريد صوديوم. مصدر الكالسيوم والمغنسيوم من مادة التبادل الايونى والمخرج إلى المصرف.

يتم إضافة *0.24* كجم صوديوم لكل لتر من مادة الفلتر. وهذا يسمح بتزويد *1.4 ekv* (والتى تساوى حوالى *40 g CaO*) لكل لتر من مادة الفلتر.

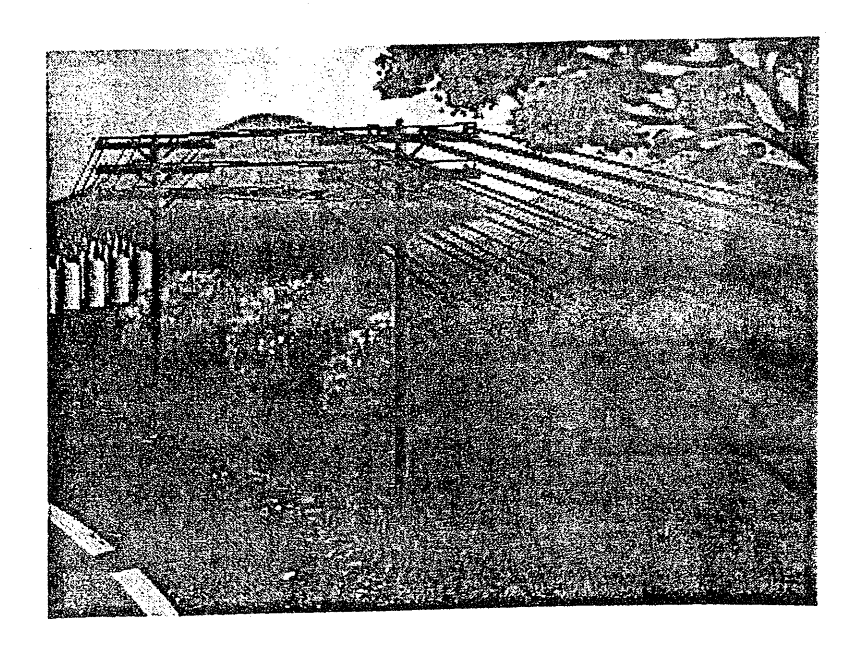
تكون سعه المرشح لكل دوره بوحدات متر مكعب مياه.

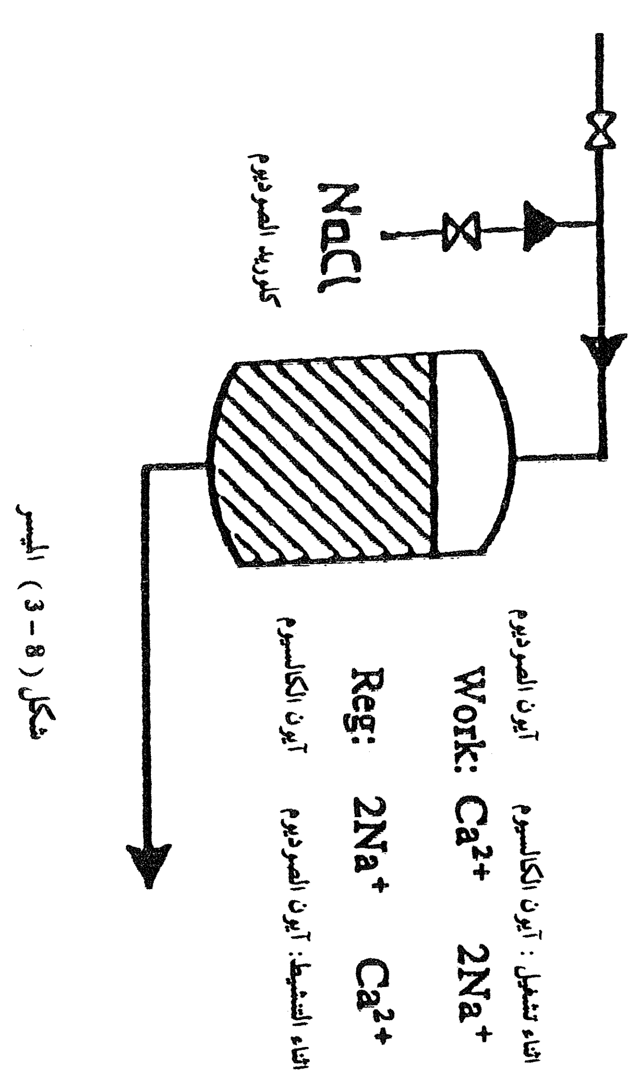
$$= \frac{\text{لتر من مادة المرشح} \times 4}{\text{العسر بوحدات } d^{\circ} H}$$

عادة يتكون الميسر من مرشحين واللذان يمكن توصيلهما على التوالى أو على التوازى، والنوع الاكثر شيوعا هو التوصيل على التوالى.

غالبا يكون المرشح الأول اتوماتيكيا بينما الآخر يدويا.

يحتوى المرشح على عداد سريان *(flow meter)* أو موقت *(timer)* للتأكد من عمل المرشح. عند تغيير مياه الاستهلاك يمكن للمؤقت الاتوماتيكى للميسر أن يعمل سريعا أو ببطئ. عادة يكون المرشح عبارة عن اناء صلب تحت الضغط ومقنن ضغط التشغيل حوالى *10 - 4* بار، ويملأ بمادة بلاستيك حبيبى عبارة عن راتنجات الزيوليتات *(Zeolite resins)* (الزيوليتات هى مجموعة من السليكات المائية). يستخدم الزيوليت الطبيعى أولا كعامل ميسر بينما الراتنجات الصناعية تحل محلهم.





شكل (8 - 3) الميسر

يمكن أن يحتوى مياه الداخل إلى الميسر بعض العسر على شكل أملاح كالسيوم ومغنيسيوم مثلاً، يمكن أن تدخل كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) إلى الميسر مذابه فى المياه.

يلتصق الكالسيوم (Ca^{++}) بالراتنيجات ويصطدم بعدد 2 أيونات صوديوم (Na^+) وعلى ذلك فان المخرج من المسير يحتوى على كربونات الصوديوم ($NaCO_3$) بدلا من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$).

$$Na_2Z + CaCO_3 \longrightarrow CaZ + Na_2CO_3$$

زيوليت الصوديوم   كربونات الكالسيوم   زيوليت الكالسيوم   كربونات الصوديوم

يحدث نفس الفعل لجميع املاح العسر مسببه خروج ايونات من المياه أى أن :

$$Na_2 Z + Mg\,CO_3 \longrightarrow MgZ + Na_2\,CO_3$$

$$Na_2 Z + Ca\,SO_4 \longrightarrow Ca\,Z + Na_2\,SO_4$$

$$Na_2 Z + Mg\,SO_4 \longrightarrow Mg\,Z + Na_2\,SO_4$$

ويلاحظ أنه على الرغم من أن خصائص العسر تزول فى الميسر، إلا أن المواد الصلبه المذابة الكلية (TDS) لا تتغير. التغير الوحيد هو أن الكالسيوم والمغنسيوم الموجودين فى المياه الداخلة إلى الميسر، تتبادل مع الصوديوم الذى يظهر فى حياة مخرج الميسر. تكون لمركبات الصوديوم خاصية القابلية العالية للذوبان وبالتالى مشاكل أقل فى الغلاية.

(ب) تنشيط مياه الميسر (*Regenerating Water Softener*)

بعد تشغيل الميسر لبعض الوقت، يكون كثير من المواقع النشطة المحتويه على راتنجات الزيوليت مشبعة بالكالسيوم والصوديوم، وتبدأ ظهور حالة العسر فى الوحدة عند بداية حدوث ذلك يجب تنشيط المبادل.

تستلزم عملية التجديد للراتنجات التخلص من الكالسوم والمغنسيوم من المواقع النشطة (*active sites*) واحلال الصوديوم مرة أخرى بدلا منهم.

لتجديد الراتنجات فان محتوى الصوديوم ذات درجة الذوبان العالية يمر خلال الوحدة ببساطة فان الصوديوم يتغلب على الكالسوم والمغنسيوم نتيجة لتركيزه، وتخرج الكالسيوم والمغنسيوم مع المخرج المتدفق. هذا المتدفق يخرج إلى المصرف خلال عملية التنشيط. محلول الصوديوم المستخدم لتجديد زيوليت الميسر هو كلوريد الصوديوم المشبع شديد الملوحة. من أحد الاسباب لشيوع هذه الوحدات، انخفاض التكلفة وللطبيعية غير الخطيرة

للاملاح المتسخدمة فى عملية التنشيط تستلزم عملية تنشيط مياه الميسر مراحل متعددة شائعة على الرغم من اختلاف مواصفات وحدات التجديد.

تتكون المراحل الاساسية لوحدة زيوليت الصوديوم من أربعة مراحل هى :

• **الغسيل العكسى** *(Back Wash)*

تعاد مياه السريان (والتى عادة تهبط خلال الوحدة) للمرور خلال الحشو *(Bed)* . هذا الغسيل عادة يخرج الطمى والشوائب الصلبه (المرشحة من المياه) من الاسطح الى المصرف. ايضا يتمدد *(Fluffed)* الحشو خلال هذه المرحلة. يحدث هذا الملء للثقوب الموجودة فى الحشو نتيجة مرور المياه.

• **التنشيط** *Regeneration*

فى هذه الحالة ينخفض سريان المياه الداخلة للوحدة والمارة على الحشو، مرة ثانية، ولكن تكون منتظمة لان السريان يكون منخفض جدا، يقل دخول الصوديوم المملح إلى الميسر من خزان خلط المياه مع الملح، فانه يتم ضخ الملح للمياه المتدفقة من الحاقن المستخدم. يمر الملح خلال الميسر ويجدد الزيوليت باحلال الصوديوم مكان الكالسيوم والمغنسيوم. يجب التحكم بعناية فى المياه والملح المتدفق للتأكد من تركيز الاملاح لتجيهزها للتنشيط.

• **الشطف البطئ** *Slow Rinse*

الان يكون صمام التحكم فى الاملاح مقفول والمياه فى طريقها للمرور خلال الوحدة عند نفس معدل مرحلة التنشيط ـ هذا للتأكد من أن سداده *(Plug)* الصمام مستمرة فى الحركة خلال الوحدة عند نفس المُعدل حتى ينكشف جميع الملح فى نفس الفترة الزمنية.

• **الشطف السريع** *Fast rinse*

تكون مياه الدخول مدفوعة بالكامل للسماح بغسل الملح المتبقى فى الوحدة وذلك قبل دفعه إلى المصرف والذى يمكن إعادة استخدامه. يجب اختيار المتدفق النهائى للتأكد من عدم وجود املاح وعسر حتى يمكن استخدامها مره أخرى.

(جـ) ميسر مياه زيوليت هيدروجينى *Hydrogen Zeolite Water Softeners*

هذا النوع يشبه النوع السابق حيث تستخدم وحدات الزيوليت الهيدروچينية. الراتنجات والتى تشابه راتنجات زيوليت الصوديوم ولكن تتصل ايونات الهيدروچين بالمواضع النشطة بدلا من الصوديوم، يحل الهيدروچين مكان الكالسيوم والمغنسيوم والموجودة فى الميسر حتى

عملية التجديد وايضا يحل محل جميع الكاتيونات *(Cations)* الاخرى الموجودة بالمياه. تكون الكاتيونات ايونات موجبه الشحنة مثل الكالسيوم (Ca^{++}) والمغسيوم (Mg^{++}) عندما تحل هذه الايونات محل الهيدروچين، تحدث الحموضة *(Acids)*. لذلك فإن مياه ميسر الزيوليت الهيدروچينى تكون حامضه قليلا والتى يجب تعادلها قبل استخدامها بالغلايه.

يوضح شكل *(9 - 3)* ميسر مياه زيوليت هيدروچينى.

(3) **نزع الاملاح** *Demineralisation*

تتم آخر مرحلة لعلاج مياه التعويض *(Make up water)* عن طريق عملية نزع الاملاح للتخلص من المواد الصلبه المذابة المتبقية.

توجد ثلاثة تكنولوچيات متاحة لهذه العملية :

- التبخر *Evaporation*
- معالجة بالغشاء *Membrane treatmen*
- المبادل الايونى *Ion exchange*

وفيما يلى تعريف كل نوع

(أ) التبخر *Evaporation*

يلزم لاجراء التبخر وجود عمليات حرارية لاحداث تغيير بالاسطح وينتج بخار خالى من المواد الصلبه المذابة والمعلقة فى مياه التغذية.

غالبا تستخدم تكنولوچيات التقطير الومضى *(Flash distillation)* لتحليه مياه البحر. وهذه التكنولوچيا ليست مستخدمة فى محطات انتاج الطاقة.

(ب) معالجة بالغشاء *Membrene treatment*

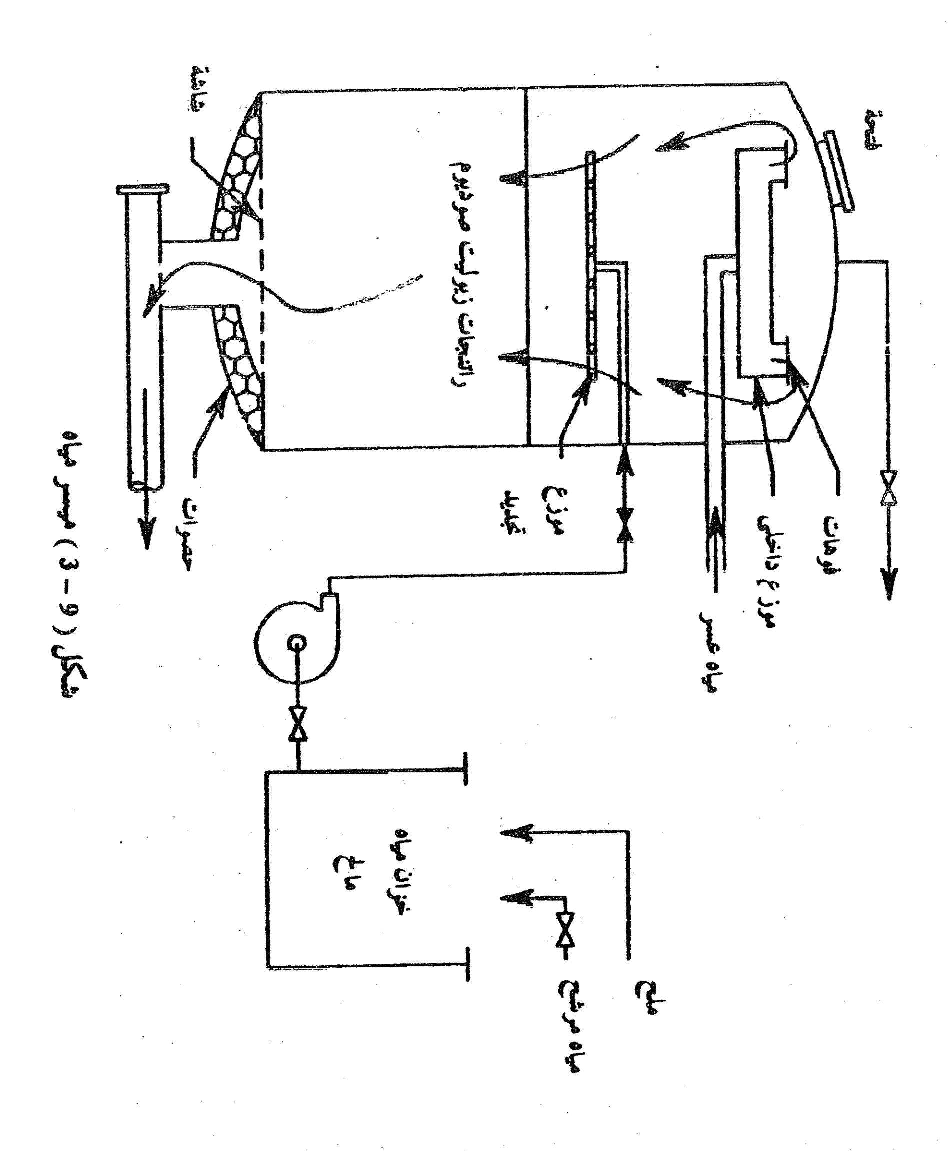
تتميز هذه الطريقة عن طريقة التبخر حيث أنها ذات كفاءة عالية للتخلص من الاملاح الذائبة الكلية بمياه التعويض.

تستخدم نظم الاغشية أما بالضبط الازمورى العكسى [1] *(Reverse Osmosis) RO* أو الديلزه الكهربائية [2] أو التحليل الكهربى *(Elechro dialysis) ED* للتخلص من أغلب المواد

---

(1) الديلزة (أو الميز الغشائى) هو فصل المواد شبه الغرويه عن المواد الاخرى القابلة للذوبان وذلك باستخدام غشاء فارز.

(2) الازموزيه : هى تبادل يحصل بين سوائل مختلفة الكثافة ومفصولة بعضها عن بعض بغشاء عضوى حتى يتجانس تركيبها.



شكل (9 – 3) ميسر مياه

الصلبة الكلية من المياة والتى تحتوى على عدة آلاف من الجزء من مليون (ppm) من الاملاح الذائبة الكلية، والتى تكون مجهزة بمعالجة مسبقة كافية للتحكم فى العسر والأكاسيد القلوية والمواد الصلبه المعلقة.

أساسيات تشغيل كل من ER, OR متماثلة، وهى تعتمد على الايونات المختارة المرفوضة أو الجزيئات الاكبر.

يعمل النظام العكسى الازموزى RO بتكنولوچيا الغشاء لنزع التمعدن من المياه. من تكنولوچيات الغشاء، النوع المعروف بالغشاء الشبه منفذ (Semi - Permeable) والذى لا يسمح بمرور الاملاح الذائبة بينما يمرر المياه النقية. عند فصل محلول الاملاح والمياه النقية بهذا النوع، الضغط الازموزى يدفع طبيعيا المياه النقية خلال الغشاء، ويصل محلول الملح المخفف لحاله التوزان. وإذا كان الضغط الخارجى أكبر من الضغط الازموزى لمحلول الملح، فان الغشاء يسمح بمرور المياه من محلول الملح إلى المحلول النقى بينما يرفض مرور الشوائب الذائبة .تنخفض حوالى 90% من كمية الاملاح المذابة فى المياه وتتراوح السعات من 4 إلى 250 متر مكعب لكل 24 ساعة.

بالنسبة لعملية تشغيل وحدة الديلزة الكهربائية ED فانها عكس طريقة RO حيث أنها تبعد المعادن المذابة عن المياه. تمر المياه خلال مجموعتين متوازيتين من الاغشية المستوية، بالتناوب تنفذ الايونات الموجبة والسالبه. ونتيجة لعدم مقدرة هذا النوع على التخلص من العناصر الغير ايونيه (Non - ionized) مثل السليكا (silica) والعضويات (Organics) فانه فى بعض الاحيان تضاف مكملات لعملية المعالجة. يوضح شكل (10 - 3) مقطع فى وحدة معالجة بالغشاء.

(جـ) تبادل الايون *Ion exchange*

تحتاج الغلاية ذات الضغط العالى لمياه عالية الجودة، لذا يجب التخلص من جميع الاملاح الذائبة فى مياه التغذية لها.

تعتمد ميسرات مياه الزيوليت الهيدروچينى على وحدات الكاتيون حيث أنها تحرك جميع الكاتيون من المياه، إذا تبع وحدة الزيوليت الهيدروچينى لوحدة انيون (anion) فان جميع الانيونات ستتحرك ايضا من المياه وتصبح أغلب المياه نقية وهذا ما يعرف بنزع الاملاح.

تتبادل الانيونات بالمياه الخام (Raw water) مع الشق الهيدروكسيلى (hydroxyl radical) OH عندما تتبادل الكاتيونات مع الهيدروجين، أو الانيونات مع OH فإن النتيجة الحصول على H_2O أى مياه نقية.

يوضح شكل (3 - 11) دخول المياه الخام بوحدة الكاتيونات بأملاح ذائبة مثل كلوريد الصوديوم. فى وحدة الكاتيونات تحل الكاتيونات موجبه الشحنة مع كاتيونات الهيدروچين فى حالة وجود كلوريد الصوديوم (Na CL) فانها ستنتج حمض الهيدروكلوريد (Hydrochloric acid) (HCL) فى المتدفق. ثم تدخل المياه لوحدة الانيونات فتحل انيونات الكلوريد مع الشق الهيدروكسيلى (OH) وتحصل على مياه نقية.

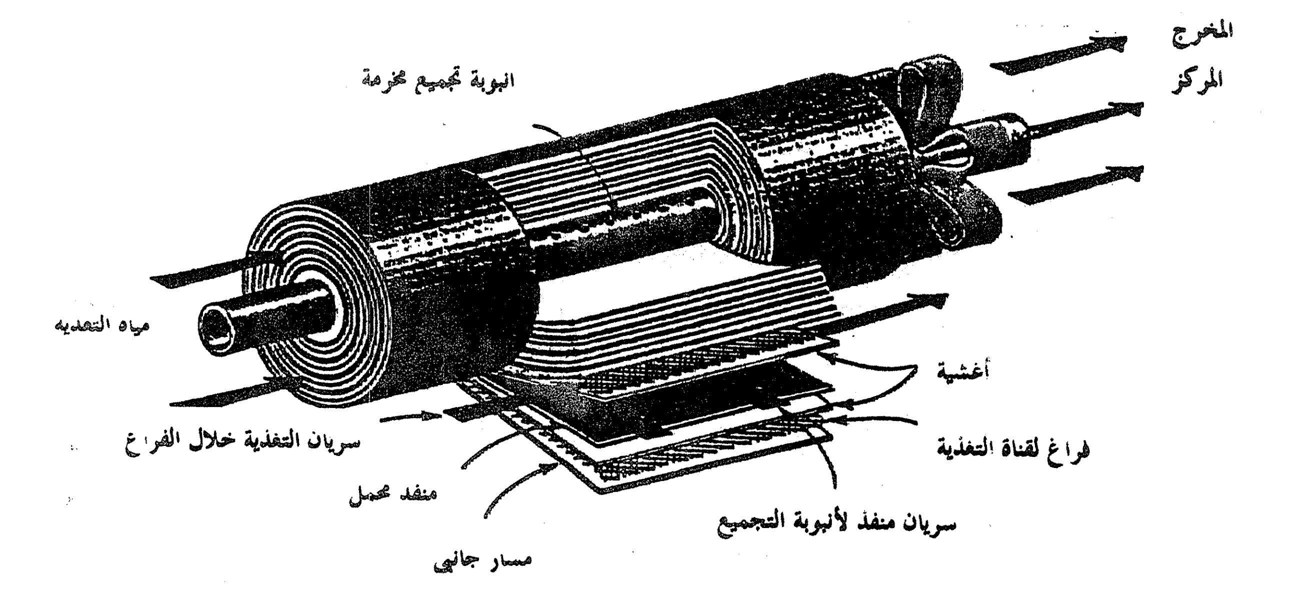
وحدة الانيونات تشبة وحدة الكاتيون ولكنها تستخدم راتنجات مختلفة والتى تكون مواقعها النشطة لالصاق الانيونات. يتم تجديد راتنجات الانيون دوريا باستخدام هيدروكسيد الصوديوم والذى يحتوى على كميات كبيرة من الشق الهيدروكسيلى.

فى هذا النوع تكون المبادلات منفصلة لان النوع الكاتيونى فى أحد الانائين والنوع الانيونى فى الاناء الآخر. فى كثير من المحطات تستخدم طبقات ريزن مختلط حيث يكون كل من راتنجات الكاتيون والانيون فى نفس الاناء. يمكن أن يستخدم مبادلات الريزن المختلط بعد وحدات الريزن المنفصلة أو أن يكونا معا فى نفس الحيز.. تعطى مبادلات الريزن المختلط كفاءة عالية نتيجة التفاعل اللحظى.

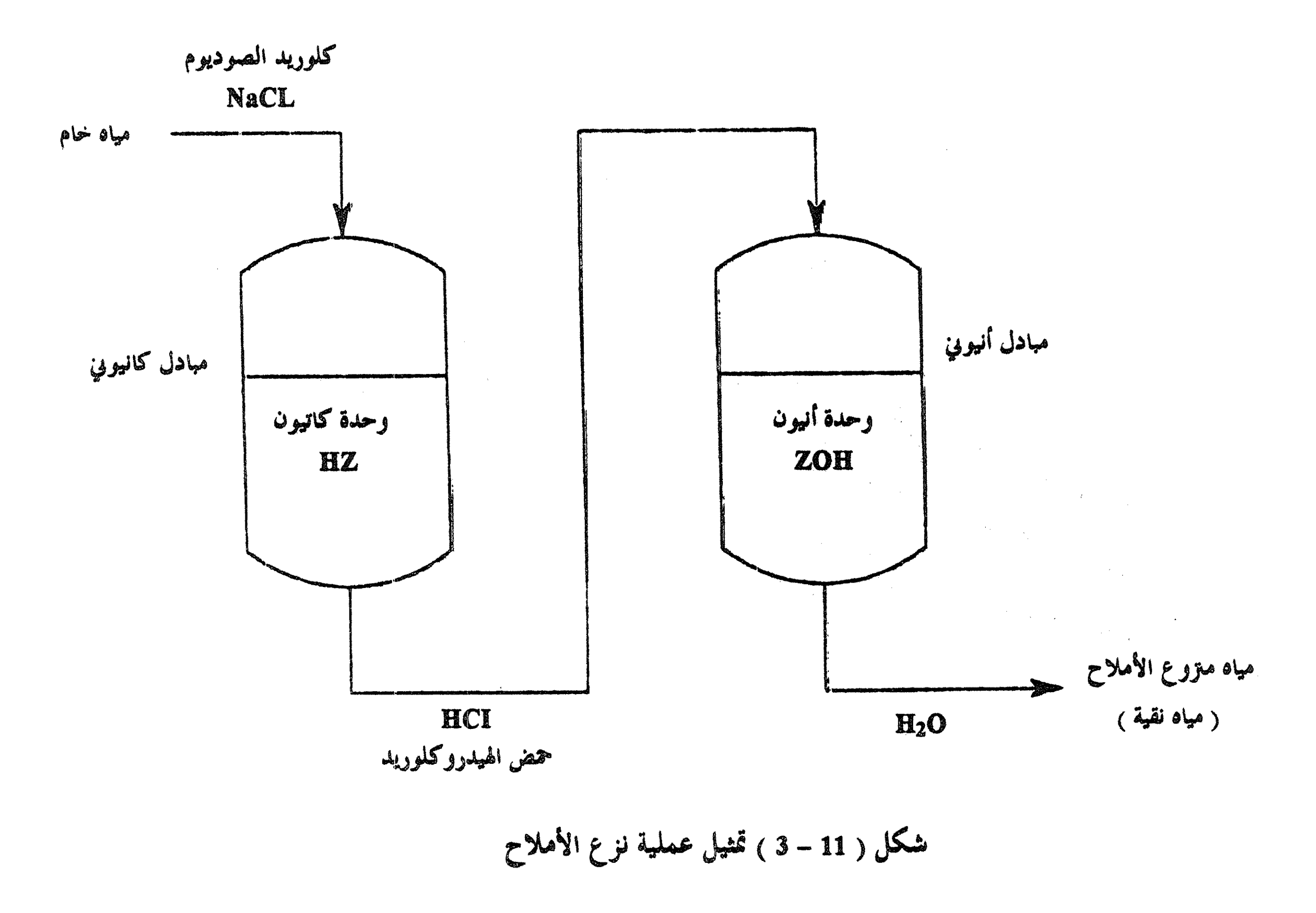
يكون للحشو المختلط بعض صعوبات التنشيط وذلك للاحتياج لفصل كل من الانيونات الكاتيونات قبل عملية التنشيط. يمكن ذلك لان راتنجات الانيونات تكون اخف وتعلو الى القمة خلال عمليات الغسل العكسى (Back washing).

اعتمادا على تركيبة المياه الخام (raw water) وعلى المطلوب لمياه المعالجة فانه يمكن تصميم محطة نزع الاملاح من 2 إلى 5 مراحل. والتى تتكون من مبادلات كاتيون وانيون وغالبا تحتوى على مستعيد الكربونات الميكانيكى (mechanical recarbonator).

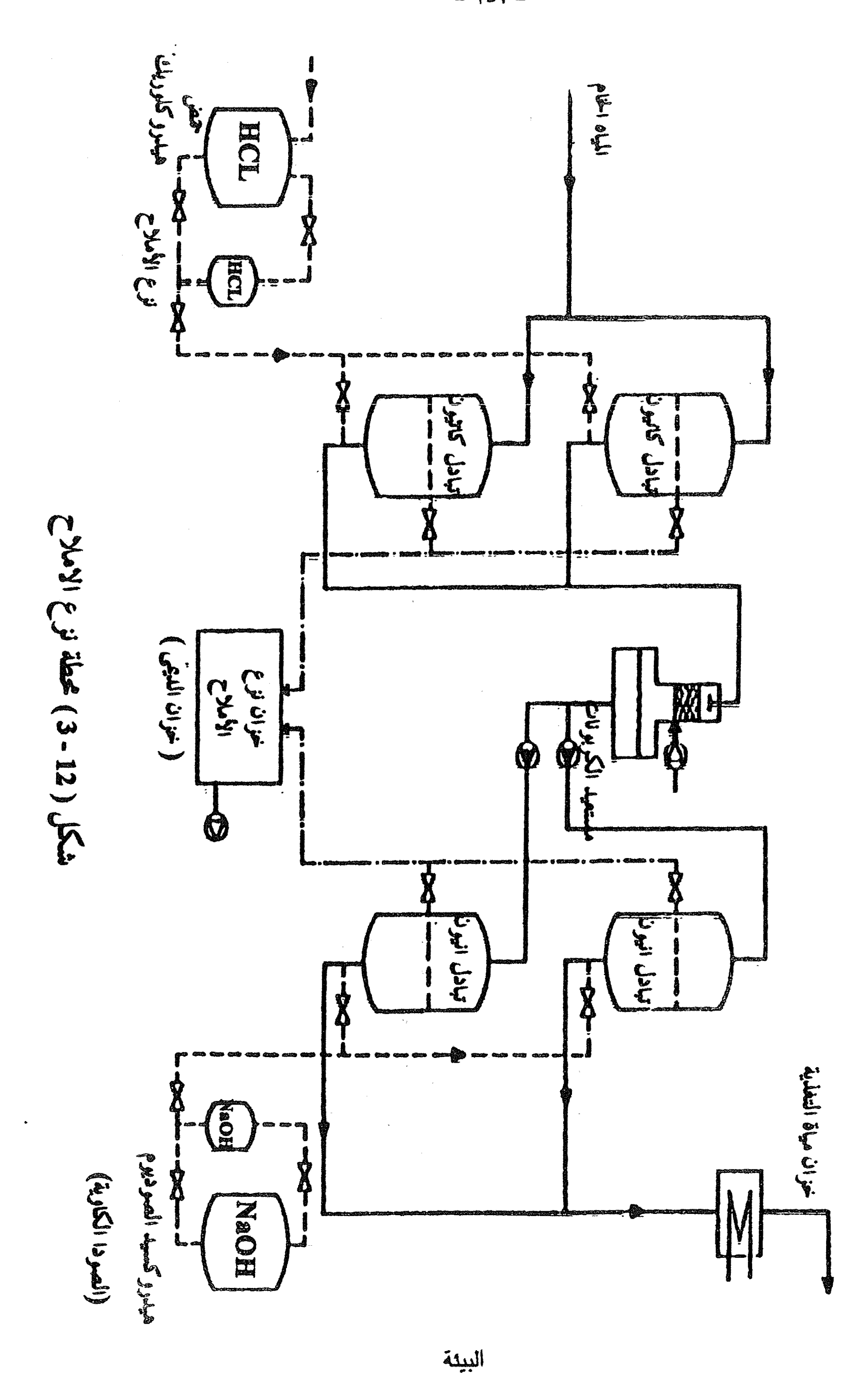
يوضح شكل (3 - 12) مكونات محطة نزع املاح شائعة.



شكل (10 - 3) وحدة معالجه بالغشاء



شكل (11 – 3) تمثيل عملية نزع الأملاح



شكل (3-12) عملية نزع الأملاح

(4) تحلية المياه *Desalination*

يمكن تقليل محتوى البيكربونات بأحد الطرق التالية :

• **تحلية المياه الجزئية** *(Partial desalination)*.

يتكون من مبادل ايونى *(ion exchanger)* والذى يجدد بالحموضة ومبادل ايونى والذى يجدد بملح عادى.

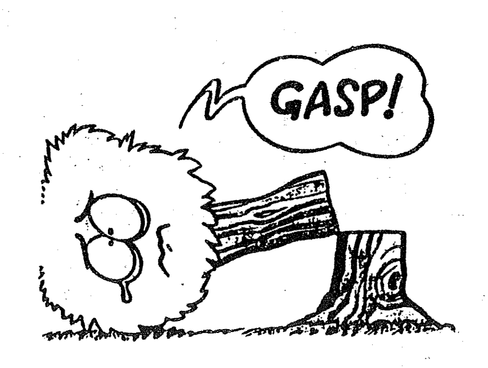
• **الضغط الازموزى العكسى** *(Reverse osmosis)*

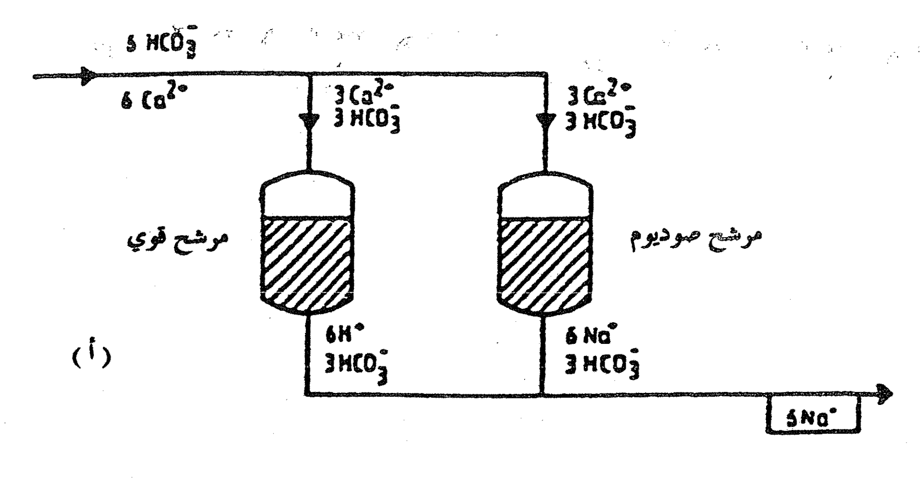
يقلل المحتوى لجميع المحاليل لحوالى العشر

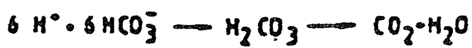
تحدث التحلية الجزئية بطريقتين مختلفتين :

الطريقـة الأولى ، تستخدم مبادل صوديوم *(Na exchanger)* وآخر مبادل قوى *(Strong exchanger)* يعملا على التوازى، كما فى شكل *(13 - 3)* أ، المبادلين معا يعملا على التخلص من جميع العسر بالمياه. تضبط المياه المارة خلال المبادلات للحفاظ على القلوية المطلوبة فى المياه.

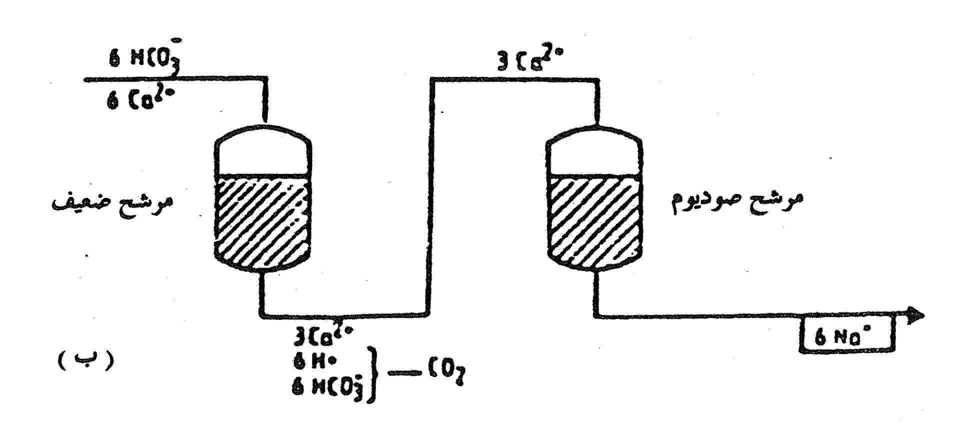
الطريقة الثانية، تستخدم مبادل صوديوم ضعيف *(Weak Na - exchanger)* وآخر صوديوم *(Na - exchanger)* متصلين على التوالى، كما فى شكل *(13 - 3)* ب، عادة يفضل استخدام الطريقة الثانية. ويجب أن يحسب السريان الكلى لكل منهما كذلك يجب أن يكون لمبادل الصوديوم مقاومة حمضية.







$$6\,H^+ + 6\,HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$



شكل (13 - 3) طرق تحلية المياه

(5) نزع الغازات *(Deaeration)*

توجـد نظريتين لشـرح ظاهرة نزع الغـازات. النظرية الأولى هى قـانون دالتـون *(Dalton's Law)* والتى تنص على أن الضغط الكلى المبذول على جوائط الوعاء يساوى مجموع الضغوط الجزئية لكل الغازات الموجـودة بالوعاء. وهذا يعنى، إذا تواجدت عدة غازات بالوعاء مثل النتروچين والاكسچين والبخار فان الضغط داخل حاوية نزع الغازات يساوى مجموع ضغط كل غاز موجود بها.

القانون الثانى هو قانون هنرى *(Henry's Law)* والذى ينص على أن كمية الغازات، المذابة فى المحلول، تتناسب مباشرة مع الضغط الجزئى لهذا الغاز فى جو محيط أعلى المذيب. فى نازع الغازات *(Deaertor)* يكون المذيب هو المياه وتكون اغلب الغازات المذابة عبارة عن نتروچين واكسچين. يقترح قانون هنرى أنه يمكن تقليل كمية الغازات المذابة فى المياه عن طريق تقليل ضغط الغازات الموجودة بالمياه المحيطة بنازع الغازات أى بتقليل الضغوط الجزئية.

فكرة عمل نازع الغازات

يمكن ببساطة توضيح عمل نازع الغازات بانه : عند تسخن المياه إلى درجة حرارة الغليان يتصاعد الاكسچين مع البخار، تسخن المياه ثم تكسر إلى رذاذ صغير. عند دراسة قطرة صغيرة من مياه هذا الرذاذ، يكون الضغط الخارجى الجزئى لهذه القطرة، نتيجة الاكسچين، صغير جدا، عندئذ أى اكسچين مذاب يهرب إلى البخار المتدفق خارجا من قطره الرذاذ ويقذف إلى الخارج. فى هذه الطريقة، فإن الاكسچين (والغازات الاخرى المذابة) يتحرك ببطء من المياه الموجودة بنازع الغازات. يخفض نازع الغازات محتوى الاكسچين المذاب إلى أقل من *0.005 ppm* وأن لم يصل لهذه القيمة فانه يعتبر مسخن لنزع الغازات *(deaerating heater)* يوضح شكل *(14 - 3)* أحد أنواع نازع الغازات والمستخدم بمحطات التوليد الكبيرة. ويسمى بالنوع ذى الحوض *(tray type)* والذى يحتوى على مكثف هوايه *(Vent condenser)* تدخل المياه الى النازع وتتحول إلى رذاذ صغير إلى أعلى فى حجرة التسخين المسبق.

يمتلئ النازع بالبخار الذى يسخن رذاذ المياه مسببا سقوطه. تتجمع المياه فى الحوض وتسقط بالجاذبية الى مانع تسرب المياه *(Water Seal)*. هذا المانع يوقف البخار من المسار القصير الى قمه الوحدة. وعلى ذلك فان المياه تفيض من مانع التسرب وتهبط على مجموعة متوالية من الاحواض.

البخار المار خلال قطرات المياه يسخن المياه ويستخلص الهواء الخارج من القطرات. ثم يتصاعد البخار المحمل بالهواء الى أعلى النازع فى اتجاه الهوايه. عند مرور البخار الى أعلي قمة الوحدة يصبح ملامس للمياه الداخلة المبرد، يتكثف البخار ويخرج فقط الهواء غير المتكاثف من الوحدة. للتأكد من أن جميع الهواء يخرج من الهواية، فانه يتم ضبطه بحيث يسمح لخروج كمية معينة من البخار ايضا.

بالجاذبية يسرى الماء المنزوع منه الغازات من الوحدة إلى تانك التخزين والذى يوجد عادة اسفل النازع مباشرة. فى بعض الحالات يكون النازع وتانك التخزين فى نفس الحاوية.

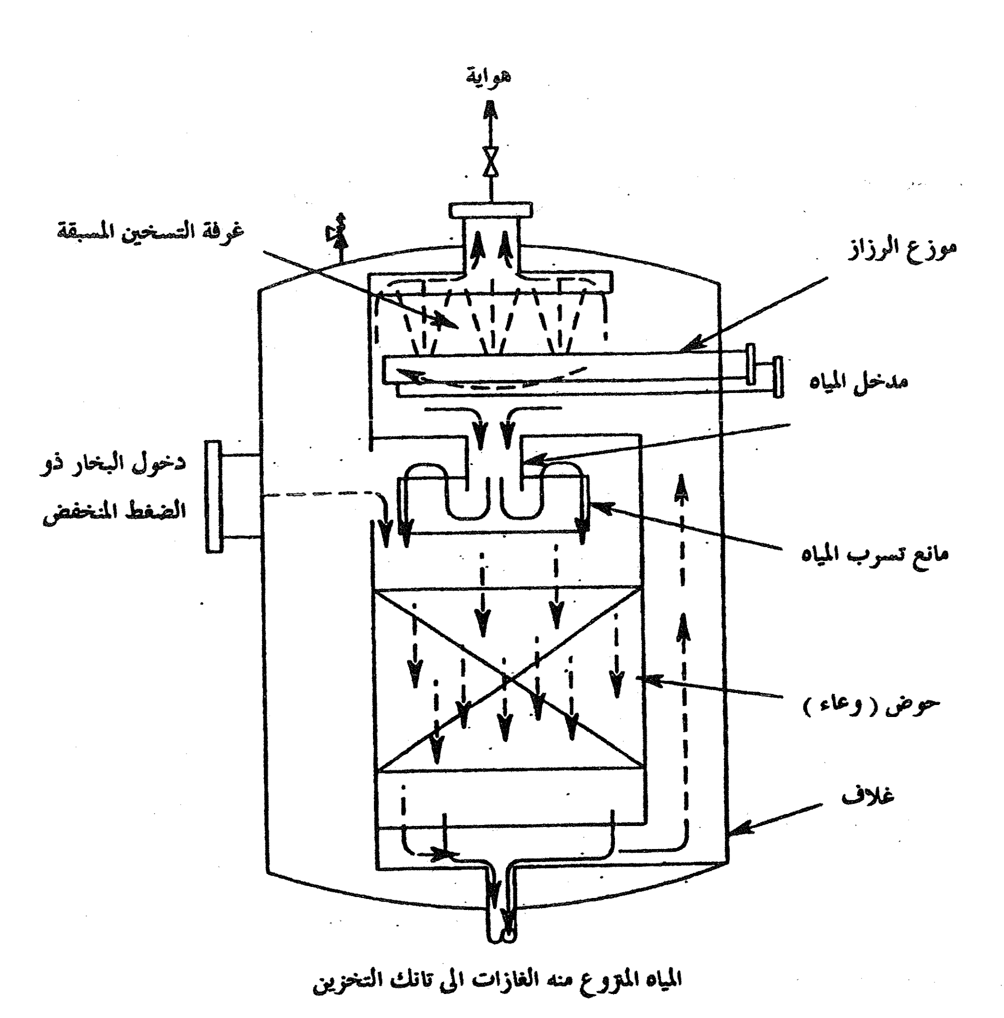
يتم الحفاظ على مستوى المياه بتانك التخزين عن طريق بلف تحكم فى خط التغذية، ويشار إلى مستوى التخزين بواسطة مبين *(gauge)* زجاجى يثبت على واجهة التانك. ينظم السريان خلال النازع للتحكم فى مستوى تانك التخزين وللحفاظ على السحب الايجابى لمضخات مياه التغذية والتى تسحب مباشرة من النازع.

بينما يتم التحكم فى ضغط النازع باستخدام بلف تحكم الضغط الموجود على خط دخول البخار. يكون حدود ضغط النازع *15 - 60 psi* ويكون أكبر فى محطات الضغط العالى الكبيرة. تحتاج إلى ملف امان للتأكد من عدم حدوث ارتفاع فى الضغط.

يجب الاهتمام بالا يحدث طفح أو فيض للنازع ويتم ذلك باضافة انبوب جانبى للوحدة والذى يتصل بمصيدة *(Trap)* أو ببلف تحكم *(Control valve)*.

طلمبات كيميائية *Chemical Pumps*

تحتاج معالجة المياه الداخلية إلى بعض الكيماويات تحقن إلى الغلاية تحت ضغط الغلاية. لامكانية ذلك تستخدم مضخات حقن كيميائية، وهى عبارة عن طلمبات إزاحة موجبة *(Positive displacement Pumps)* تحتوى على دفة قابلة للضبط وعلى ذلك فان كمية الكيماويات المضافة يجب التحكم فيها بعناية.



شكل (14 – 3) نازع الغازات من المياه

ثانيا : مياه الغلايه *Boiler Water*

المياه المستخدمة لبخار الغلايات

من التعريفات الهامة

(1) المياه الخام *Raw Water*

هى مياه غير معالجة تماما، فيما عدا عدم احتوائها على الشوائب الكبيرة مثل ورق الشجر وعيدان القصب.

(2) المياه النقية *Purified Water*

هى مياه معالجة ذات كفاءة للاستخدام كمياه عذبة للشرب

(3) مياه التعويض *Makeup Water*

هى المياه الناتجة بعد التخلص من العسر، والتى تحتوى على املاح وشوائب أخرى فى الحدود المسموح بها.

(4) مياه التغذية *Feed Water*

هى عبارة عن مياه التعويض المخلوطة بالمتكاثف المسخن إلى درجة حرارة عالية كافية للتخلص من الحامض الكربونى والاكسچين الموجودين بالمياه. عادة تحفظ مياه التغذية بخزان مياه التغذية.

(5) مياه الغلاية *Boiler Water*

تكون المياه فى غلاية البخار فى الحالة السائلة والتى تكتسب زيادة ثابتة فى محتوى الاملاح والشوائب الاخرى والنتيجة زيادة التركيز.

(6) البخار *Steam*

هى المياه الخارجة من غلايه البخار فى الحالة الغازية(فى بعض الاحيان من خلال سخان التحميص) ويوزع لاماكن استهلاكه أو للمبادلات الحرارية.

(7) المتكاثف *Condensate*

عندما يبرد البخار فانه يتحول من الحالة الغازية الى الحالة السائلة وهكذا يتشكل على صورة متكاثف والذى يعود إلى خزان المتكاثف أو مباشرة إلى خزان مياه التغذية.

(8) مياه التفوير *Blowdown water*

مياه الغلايه، تكون فى الحالة السائلة، والتى ترسل باستمرار أو متقطعة إلى المصرف من قاع الغلايه أو إلى دائرة مغلقة، وعلى ذلك فان كمية الاملاح والشوائب الاخرى فى مياه الغلاية لا ترتفع بدرجة عالية.

(8) مياه الحقن *Injection Water*

هى المياه المضافة إلى البخار المحمص *(Superheated Steam)* عند أقل درجة حرارة. عادة تتكون مياه الحقن من مياه التغذية والتى لا تكون معالجة من الكيماويات المضافة.

خصائص مياه التغذية

مياه التغذية لها نفس خصائص مياه التعويض. يجب أن تقع قيمة *PH* (اذا أمكن) فى الجانب القلوى لتدريج الاس الهيدروچينى (التدريج المناسب يكون *(9.6 - 8.8)*. يتم اكتساب ذلك آليا نتيجة أن البيكربونات ينحل عند حدوث سخونة. وعلى ذلك أحيانا يكون ضروريا استخدام اضافات لزيادة قيمة *PH* فى مياه التغذية.

إذا كانت درجة حرارة مياه التغذية أعلى من $60° C$، عندئذ يكون المطلوب اضافات، مؤديا هذا إلى وجود الاكسچين الحر. المياه المحتوية على اكسچين يمكن أن تؤدى إلى نقر *(Pitting)* فى نظام مياه التغذية. يكون المختصر أو الموفر *(economizer)* خاصة سريع التأثير بهذه الملاحظة.

خصائص مياه الغلاية

يجب أن تكون مياه الغلاية بدون عسر. الامر الذى يستلزم، عادة تجهيز اضافات للتخلص من التأثيرات السلبية للعسر المتبقى.

فيما يلى المكونات الاخرى والتى يجب أن يسمح بها فى مياه الغلاية، طالما فى حدود الكميات المسموحة بحيث لا تتعدى القيم القصوى المعينة.

* المواد الطفلية *Sludgy Substance*
* القلوية *Alkalinity*
* الكمية الكلية للمكونات المذابة والمعروفة باسم محتوى الاملاح *(Salt Content)*.
* كميات المواد العضوية والتى تحصل عليها بما يسمى استهلاك برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$
* محتوى الحموضة السيليكونى *Silicic acid Content*

تعتمد أقصى قيم مسموح بها للغلاية على أكبر مدى لضغط الغلاية *(Pressure)* ، وحمل حيز البخار *(Steam space load)* وبعض حالات التشغيل.

(جـ) خصائص المتكاثف

يصبح المتكاثف بسهولة مادة أكاله (قابلة للصدأ) *(Corrosive)* نتيجة الاحماض الكربونية المذابة والتى لها *PH* منخفضة بالإضافة إلى الاكسجين والذى يسهل دخوله إلى نظام البخار والمتكاثف ويصبح مذابا فيه. وعليه فمن الضرورى اتباع وسائل فعالة واحتياطات تساعد وتقاوم وتمنع نظام المتكاثف وأجهزة التسخين من التعرض أو الهجوم من المتكاثف.

تسبب عملية التآكل فى نظام المتكاثف نقر مباشر، كما تؤدى إلى تكون خبث حديد أو شوائب نحاسيه وتمر خلال المتكاثف إلى الغلاية مسببه انهيارها. عموما، فان جميع الملوثات المباشرة فى المتكاثف تسبب تسريب وتشغيل خاطئ ولذا يجب مقاومتها ومنعها. مثلا التسرب فى سخانات المياه، غالبا يسمح للعسر بالدخول إلى المتكاثف. كما يعتبر تسرب الزيت من أكثر مخاطر التلوث.

المواد المختلفة المؤثرة في نظام البخار

(أ) قيم *PH* وايونات H^- *(H^- ions and PH Value)*

عادة تساعد القيم المنخفضة من *PH* على عملية التآكل *(Corrosion)* خاصة فى الحديد العادى. يمكن أن يؤدى هذا التآكل إلى حدوث الصدأ أو التأثير فى سمك الحوائط، وذلك تبعا للقاعدة «أن النقر يتوزع بانتظام على الاسطح الداخلية». عادة يزيد التآكل مع زيادة درجة الحرارة، ويتوقع هجوم تشكيلات التآكل عند عدم تحقيق قيم *PH* بين *9.6 - 8.8* أو أعلى.

(ب) النتروجين والاكسجين *Nitrogen and Oxygen*

بوجه عام فان النتروجين لا يؤدى إلى إهلاكات على الرغم من أن وجوده فى البخار يمكن أن يؤدى إلى تكون جيوب هوائية *(Air Pockets)* فى الأنواع المختلفة لاجهزة التسخين، حيث أنه يمنع انتقال الحرارة.

يعتبر الأكسجين المذاب العامل الاساسى لصدأ الحديد. عند درجات الحرارة الاعلى من *60 - 90° C* تظهر المخاطر الاكثر الناتجة من التآكل بالاكسجين وهى عملية النقر فى الاسطح الحديدية والملامسة للمياه.

هذا النقر يتخلل بسرعة ويصبح عميقا ويمكن أن يخترق حائط الانبوب أو التانك فى فترة زمنية صغيرة جدا. غالبا يتغطى النقر بكرات صغيرة *(Pellets)* مشكلة من ناتج التآكل

المغناطيسى الاسود، ويمكن أن تحيط مساحة كبيرة.

ويؤدى محتوى الاكسچين الاقل من *0.01 mg/L* فى المياه إلى عملية النقر ولكن الاكسچين لا يسبب تآكل فى وجود البخار.

(جـ) الحامض الكربونى والبيكربونات *Carbonic acid and bicarbinate*

يتكون الحامض الكربونى من تفاعل المياه مع CO_2 المذاب فى المياه

$$CO_2 + H_2O = H_2\,CO_3$$

ينقسم الحامض الكربونى إلى ايونات H^- صغيرة جدا والتى تؤدى إلى انخفاض قيمة *PH* فى المياه وهذا الهبوط فى *PH* يكون نتيجة :

* انخفاض محتوى الحامض الكربونى الحر.
* زيادة البيكربونات فى المحلول.

عند تسخين المياه المحتويه على بيكربونات إلى درجة الغليان، يتحرر ثانى أكسيد الكربون CO_2 من المياه، وتنقسم البيكربونات، بينما يتكون CO_2 والكربونات، وتزيد قيمة *PH* فى المياه :

$$2\,HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + CO_2 + H_2O$$

عند ارتفاع درجة حرارة مياه الغلاية، يحدث انفصال اكثر فى الكربونات ويتكون محلول القلى *(Lye)* وثانى اكسيد الكربون CO_2

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons 2\,OH^- + CO_2$$

ثانى اكسيد الكربون المنقسم داخل الغلاية يتصاعد مع البخار والجزء الاكبر منه يذوب فى المتكاثف. عندئذ تكون المياه نظيفة جدا، وتؤدى الكميات الصغيرة من الحامض الكربونى إلى قيمة *PH* منخفضة نسبيا، والتى بدورها تعمل على تآكل مواسير الغلاية.

(د) القلويه *Alkali*

عند انفصال CO_2 من مياه التغذية أو مياه الغلايه بواسطة التسخين، تزيد قيمة *PH* وهذا يقلل التآكل المتبقى فى الغلاية وفى نظام مياه التغذية. ومن المفضل إذا لم تحتوى مياه التعويض على البيكربونات الكافية لتشكيل القلوية فى الغلاية، أن تجهز مضيفات قلويه لمياه التغذية.

من جهة أخرى، يجب الا تزيد قيمة القلوية فى مياه الغلاية لانها تؤدى إلى زيادة الرغوية والفوران فى الغلاية. كما يؤدى الانخفاض الكبير فى القلوية إلى مشاكل أخرى صعبة.

يمكن بسهولة تحديد كمية القلوية فى المياه وذلك بمعرفة قيمة *PH* . ويمكن استخدام وحدات أخرى مثل رقم القلوية *(Alkalinity number)* . يتم ذلك بأخذ عينة من مياه الغلاية ويضاف لها الحامض المطلوب لتقليل قيمة *PH* إلى حوالى *8.0* يكون الرقم القلوى مساويا لكمية المحلول القلى *(Lye)* ، والمحسوب لمركب نقى لـ *Na OH* بوحدات *(mg/L)* أو *(mmo/L)* تبعا للحامض المستخدم.

(هـ) الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد والسلفات والنترات

Sodium, Potassium, Chloride, Sulphate and Nitrate

تكون جميع هذه الايونات من النوع القوى وتشكل املاح طبيعية ولا تؤثر فى قيمة *PH*

عموما فهى لا تسبب مخاطر ولكن تشترك فى أنها تزيد من تكوين الاملاح فى مياه الغلاية وبالتالى يؤثر فى موصوليتها (درجة التوصيل أو تأينها) *(Conductivity)* . ويجب الا تتعدى القيم القياسية المحددة المسموح بها. وفى بعض الحالات يمكن أن تؤدى القيم العالية للكوريد إلى زيادة التآكل فى المياه.

(و) الامونيا *(Ammonium)*

نادرا ما توجد كمية كافية من الامونيا فى المياه الخام، ولكن غالبا ما تضاف عند معالجة المياه. فيما يلى بعض خصائص الامونيا :

* تستهلك املاح الامونيا الموجودة بمياه التغذية القلوية الموجودة بالغلاية خلال تشكيل الامونيا الحرة.
* تذوب الامونيا الحرة بسهولة فى المياه، ولكن تتطاير بسرعة عند درجات الحرارة العالية.
* الامونيا فى حالة البخار تزيد من قيمة *PH* فى المتكاثف ويمكن أن توقف حالة التآكل فى الحديد.
* تذيب الامونيا اكسيد النحاس والذى يتكون عند تفاعل الهواء مع النحاس. عموما، فان طبقة الاكسيد تحمى النحاس من استمرار الاكسدة، ولكن تستمر عملية التآكل فى حالة وجود كل من الامونيا والاكسچين معا.

(س) تشكيلات العسر *(Hardness Formers)*

المواد الرئيسية التى تؤدى إلى عسر المياه هى الكالسيوم والمغنسيوم. علاوه على ذلك تؤثر المواد الاخرى (ماعدا الصوديوم والبوتاسيوم والمواد القلوية الاخرى) على تشكيل العسر.

تستهلك المياه العسره كمية معينة من الصابون قبل تكون الرغوه. تكافئ كمية الصابون كمية مكونات العسر والتى، مع الصابون، وتكون محلول غير قابل للذوبان يعرف بالصابون الجيرى (*lime Soap*).

فى الغلاية، تتشكل هذه المواد على غلاف الغلاية، يحدث هذا بنفس طريقة ترسيب الصابون الجيرى. تتشكل طبقة الغلاية عند تكون العسر وفى وجود انيونات معينة (خاصة الكربونات والسليكات). مؤدية إلى تكون محلول غير قابل للذوبان أو يصعب ذوبان المركبات به، وبالتالى تحدث سخونة للاسطح.

(ص) ثانى أكسيد السليكون وحامض السليكا *(Silicon Dioxide and Silicic acid)*

يمتص ثانى اكسيد السليكون ($Si\,O_2$) كميات مختلفة من المياه مؤديا إلى حدوث الحمضية مثال ذلك.

$$Si\,O_2 + H_2O \longrightarrow H_2\,Si\,O_3$$

حامض السليكا ⟵ مياه + ثانى اكسيد السليكون

وتنقسم إلى محلول قلوى ويتشكل ايون السليكات

$$H_2\,Si\,O_3 + OH^- \rightleftharpoons H\,Si\,O^-_3 + H_2O$$

ويكون تأثير أيونات السليكا ضعيف جدا كما أنه لا يمكن تواجدها فى محلول حمضى. وعلى ذلك فإن المياه القلوية بالغلاية تحتوى على حمض السليكا والذى من مكوناته ايونات السليكا. لا تمثل ايونات السليكا مصاعب أو مشاكل لمياه الغلاية ولا للغلاية نفسها، ولكن فى وجود العسر تشكل ايونات السليكا بعض أنواع المشاكل فى غلاف الغلاية. يعتمد ذوبان حمض السليكا فى البخار على درجة الحرارة والضغط. ويعتمد تركيز حمض السليكا فى البخار على تركيز حمض السليكا وعلى الحموضة فى مياه الغلاية. للحصول على بخار بدرجة جودة كافية لتشغيل التربينه، فانه يتم الاسترشاد بقيم محتوى حمض السليكا فى مياه الغلاية المذكورة بالجداول (3 - 3)، (4 -3)، (5 - 3).

(ز) الدبال والمواد العضوية الاخرى *Humus and other organic substances*

يؤدى الدُبال [1] إلى حدوث اللون البنى بالمياه. اذا تركزت كميات كبيرة منه فى مياه الغلاية، فانها تؤدى إلى تحميله من خلال مياه الغلاية إلى البخار.

---

(1) الدُبال : مادة سمراء أو سوداء تنشأ من تحلل المواد النباتية والحيوانية وتشكل الجزء العضوى من التربه.

وإذا تشكلت طبقات لايه اسباب أخرى، فان وجود الدُبال يسهل زيادة هذه الطبقات.

تتعرض بعض عمليات معالجة المياه لمخاطر شديدة نتيجة وجود الدُبال، وعليه فيجب التخلص منه قبل إجراء طرق المعالجة.

وعادة توجد المواد العضوية الذائبة الاخرى كشوائب مؤقتة بالمياه، وفى كثير من الحالات، فانها تدخل للغلاية بعد تحميلها للمتكاثف. وتعتمد المخاطر على مدى انفعالها مع الغلايه خلال عمليات التسخين. مثلا، تسبب أحماض مكونات السكر حموضة مياه الغلاية.

تؤدى المنظفات الصناعية الحديثة بالمياه إلى مشاكل مثل حدوث رغاوى بالغلاية. يتم قياس نسبة المواد العضوية بالمياه باستخدام برمنجنات الصوديوم *(Sodium Permanganate)*، كذلك يتم قياس أو تحديد لون المياه الناتج من الدبال.

(و) الحديد والمغنسيوم *Iron and Magnesium*

يكون الحديد والمغنسيوم رواسب فى الغلاية والتى تؤثر بسهولة فى مكونات غلاف الغلاية - بالإضافة إلى أن هذه المواد تسبب اضطرابات ومشاكل لعمليات معالجة المياه.

(هـ) الزيت *(Oil)*

عادة يدخل الزيت لمياه التغذية عن طريق المتكاثف الملوث. دائما يحتوى البخار المتكاثف القادم من آلات البخار الترددى *(reciprocating steam machinery)* على ملليجرامات قليلة من الزيت لكل لتر. لا تسبب الكميات البسيطة جدا من الزيت أى انهيارات عند الضغط المنخفض. ولكن تؤدى الكميات الكبيرة (فى حالة وجود تسريب مثلا) إلى مخاطر شديدة لأن الزيت يؤدى إلى سخونة الاسطح ويشكل طبقات عازله على غلاف الغلاية. يمكن أن يسبب ذلك مخاطر مكلفة فى وقت قصير.

(ع) طين ورواسب طينية *Sludge and Clay*

يؤدى الطين والرواسب فى مياه الغلاية إلى تكون طبقات ويكون تأثيره سريع فى الحالات الخطيرة ويشارك فى حدوث الرغاوى فى الغلاية.

جدولى *(3 - 3)*، *(4 - 3)* يوضحا القيم القياسية السويدية للمواد المؤثرة فى مياه الغلاية.

بينما يوضح جدول *(5 - 3)* هذه القيم فى دول أوروبا الأخرى.

جدول (3 - 3) القيم الاسترشادية القياسية السويدية للمواد المؤثرة في مياه الغلاية

البند			مياه التعويض			مياه التغذية والمتكاثف			بخار مشبع، وبخار مخفض درجة الحرارة، ومياه حقن مخفضة درجة الحرارة		
			مياه نقية	مياه يسر ومنزوع منها الكربون	تحليه كامله	ضغط الدرم (بار)		غلاية احادية الانبوبة	ضغط تشغيل درم تربينه (بار)		بدون تربين
						≤ 64	> 64		≤ 40	> 40	
الاس الهيدروچيلى	$PH\ (25°\ C)$	<			6	8.8 - 9.6[1]		7.0-9.6			
الاكسچين	Oxygen O_2 mg/Kg	<				0.010	0.010	0.010			
العسر	Hardness, °dH	<		0.01	0.003	0.01	0.003	0.003			
بيكربونات	Bicarbonate HCO_3, meqv/Hg	<		0.5							
حديد	Iron Fe, mg/ Kg	<	0.05	0.05	0.02	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	
الومنيوم	Aluminum Al, mg/Kg	<	0.10								
نحاس	Coppar Cu, mg/ Kg	<				0.01	0.005	0.005	0.005	0.005	
برمنجنات البوتاسيوم	KMnO4 - Consumption, mg/ Kg	<	15			تبعا للمطلوب فى مياه الغلاية		5			
حامض السليكا (ثانى إكسيد السليكون)	Silic acid SiO_2, mg/ Kg	<			0.02			0.02	0.02	0.02[2]	
صوديوم	Sodium Na, mg/ kg	<			0.02			0.01	0.02	0.01	0.1
الموصولية (درجة التوصيل)	Conductivity 25°C, ms/m	<			0.5						
زيت	Oil, mg/ kg	<				1	0.03	0.1			
رواسب طينية - رغاوى	Sludge + foam foemers	أقل المسموح									

(1) عند وجود النحاس أو سبائك النحاس للاسطح الملامسة للبخار وللمتكاثف، تصبح PH فى الحدود $8.8 - 9.2$ وعندما يكون السطح من الصلب فان PH تصبح $9.2 - 9.6$

(2) عند حدوث مشاكل من السيليكا فى التربينه، يجب أن تكون حدود حمض السليكا أقل من $0.01\ mg\ SiO_2$ > لكل Kg.

جدول (4 - 3) قيم استرشادية لتحليل مياه الغلايه عند ضغط الدرم أقل من 160 بار

ضغط الدرم	Drum Pressure		Bar ≤		10	20	40	50	64	80	100	125	160	Nate
الاس الهيدروچينى	PH (25°C)			<	8.1 + Log 10* Y (25°C)									
الاس الهيدروچينى	PH (25°C)	I		>	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5					1
		II		>	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.0	9.0	9.0	9.0	
القلويه الجزئية	P - alkalinity	I	meqv/Kg	<	1-10	1-9	1-4	1-3	1-2					
		II	meqv/Kg	<	10	9	4	3	2	1	0.5	0.2	0.1	
الموصولية	Conductivity, γ (25°C)		mS/m	<	650	450	200	150	80	50	30	15	4	2
الصوديوم	Sodium, Na		mg/Kg	<		900	400	360	150	100	60	30	8	
فوسفات زائد ثانى أكسيد الفوسفات	Phosphate excess, P_2O_5		mg/Kg		10-20	10-20	10-20	10-20	5-15	2-5	2-5	2-5	2-5	
حمض سيليكا	Silic acid, SiO2		mg/Kg	<	150	70+7p	27+2.7P	17+7.7P	8	4	2.5	1.0	0.3	3
برمنجنات البوتاسيوم	$KMnO_4$ - Consumption		mg/Kg	<	400	300	180	130	85	50	30	15	5	

I الاس الهيدروچينى، P القلويه ليسر العسر المتبقى مع الفوسفات

II الاسم الهيدروچينى، P القلوية لباقى طرق معالجة المياه

ملاحظات

(1) γ (25°) = الموصولية بوحدات mS/m عند 25°C للمياه المتعادلة للغلاية

(2) القياسات بعد تعادل مياه الغلاية من الفانولات (Phenoltalein).

(3) إذا حدثت مشاكل من السيليكا فى الغلاية، فيجب أن يقل مستوى حامض السليكا إلى نصف القيم الموجودة بالجدول.

(4) P أختصار Phenolphthalein أى الفينولفثالين وهو مركب كيميائى بلورى أبيض أو ابيض مصفر.

جدول (5 - 3) القيم القياسية للمواد المؤثرة فى مياه الغلاية لدول أوروبا

ضغط الغلاية (بار)	Boiler Pressure, Bar	<20	<40	<60	<80	<100	<120	Above 130
مياه التغذية عند مدخل المقتصد (الموفر).	FEED WATER AT Economiser Inlet							
العسر الكلى كربونات الكالسيوم	Total hardness mg/L in terms of $CaCo_3$	10	2	0.5				
الاس الهيدروچينى	PH	8.5-9.5						
الاكسچين	Oxygen mg/L as O_2 max	0.05	0.02	0.01	0.01	0.005	0.005	0.005
حديد، نحاس، نيكل	Iron, Copper nickel mg/L		00.2	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
الاملاح الذائبة الكلية، القلوية، السليكا اعتمادا على الحالات	TDS/Alkalinity, Silica Depends on the Cricumstances							
الزيت	Oil	none						
المواد العضوية اعتمادا على الحالات	Organic matter Depends on the Circumstance							
مياه الغلاية	Boiler Water							
فوسفات الصوديوم وثانى فوسفات الصوديوم	Sodium Phoshate mg/l as NA_2PO_4	50-100	30-70	20-50	10-40	5-20	3-10	
قلوية كاوية	Caustic alkalinity mg/L in terms of $CaCO_3$ min	300	150	60	30	10	5	2
القلوية الكلية	Total alkalinity mg/L as $CaCo_3$ max	700	500	300	200	100	40	10
السيليكا	Silica mg/L as SiO_2 max	0.4	0.4	20	10			
كبريتيت صوديوم	Sodium Sulphite mg/L as Na_2SO_4	30-50	20-40	15-30	10-30			
الهيدرازين	Hydrazine mg/L as N_2H_4	0.1-1.0	0.1-0.5	0.05-0.3	0.05-0.1			
مواد صلبة معلقة	Suspended solids mg/L max	200	50					
مواد صلبة ذائبة	Dissolved solids mg/L max	3.000	2.000	1200	700	350	100	15
كلوريد	Chloride mg/L as Cl max					10	5	1

هيدرازين : مركب يتكون من 4 هيدروچين + 2 نيتروچين

خزان مياه التغذية ونازع الغازات *Feed Water tank and degasser*

خزان مياه التغذية هو قلب محطة مياه التغذية ويوجد له تصميمات وإنشاءات مختلفة تبعا لضغط المحطة. تتكون المعدات عادة من خزان مياه التغذية ونازع الغازات الحرارى. الذى يقوم بالتخلص من الغازات الضارة مثل الاكسچين وثانى أكسيد الكربون من المياه. فى المحطات الصغيرة يكون خزان مياه التغذية من الأنواع البسيطة.

تأتى المياه الداخلة لنازع الغازات من نقط تلامس عاكس السريان *(Reverse - Flow)* لمسار البخار والذى يكون خالى من الهواء. بعد تخلص مياه التغذية من الغازات تصبح خالية تقريبا من العناصر المسببة للتآكل.

عادة يوضع نازع الغازات فى مدخل خزان التغذية، ويتكون من اناء اسطوانى رأسى مجهز بألواح مثقوبة *(Perforated Plates)* والذى ينشر المياه إلى رشاشات دقيقة. وتسمى هذه المحطة المتعاقبة *(cascade plant)* والتى تسمح للبخار بالارتفاع من اسفل للمرور بحرية خلال تعاقب المياه. تزاح الغازات الخارجة من المياه خلال المخرج العلوى لنازع الغازات.

عموما يدخل البخار إلى نازع الغازات عن طريق خزان مياه التغذية.

للتغلب على دخول هواء خارجى، فان الضغط الداخلى لنازع الغازات لا يسمح له بالانخفاض أقل من الضغط الجوى. يكون ضغط التشغيل العادى *130 - 150 Kpa* ويمكن استخدام ضغوط أعلى.

تكون جميع المواد الغير متطايرة المذابة فى مياه التغذية أكثر تركيزا فى مياه الغلاية، وتقل اثناء غليان المياه فى الغلاية، وهى الطريقة الوحيدة للتخلص من هذه المواد ومن حدوث زيادة فى التركيز. ويتم التخلص جزئيا منها بالتفوير *(Blow down)* وفى هذه الحالة يجب أن يكون الحجم الفعلى للخزان مكافئ لحجم المياه المطلوبة لتوليد البخار وبحيث يحدث التفوير خلال *40 - 30* دقيقة. ويمثل الحجم الفعلى حوالى *60%* من الحجم الكلى للخزان.

وتكون الكمية النظرية للمياه الداخلة لنازع الغازات مساوية لكمية البخار المتولد من الغلاية.

يجب إضافة *20%* للقيم المحسوبة لمياه التغذية للتغلب على أية تغيرات فى التغذية.

تسبب المياه الساخنة بعض المشاكل لطلمبات مياه تغذية الغلاية.

عند التشغيل، يحدث انخفاض فى الضغط عند الطلمبة نفسها. إذا حدث انتهاء الوميض *(Flash Off)* لبعض المياه الساخنة فان ذلك يؤدى إلى تجويفات مثل فقاعات الهواء فى البخار والتى يمكن أن تعطل الطلمبة.

توجد طريقة واحدة لتجنب ذلك وهى رفع خزان التغذية، لذا يوجد ضغط موجب *(Positive Head)* أعلى مدخل الطلمبة. يوصى بأن تكون الارتفاعات من قاع خزان التغذية وحتى مدخل الطلمبة وبحيث لا يحدث ضغط زائد فى الخزان كما يلى:

88°C	*1.6 meter*
93°C	*3.1 meter*
99°C	*4.6 meter*
100°C	*5.2 meter*

معالجة مياه التغذية *(Feed Water treatment)*

نادرا ما تكون المياه الخام مناسبة للاستخدام كمياه تغذية للغلايات، الامر الذى يستلزم معالجة المياه قبل استخدامها لتوليد البخار. تتم المعالجة باضافات للتخلص من المواد الضارة الموجودة بالمياه قبل ضخها للغلاية وذلك لتقليل التأثيرات الضارة.

تؤدى معالجة مياه التغذية إلى التخلص من المخاطر الآتية :

* النقر فى الغلاية ونظام البخار ومياه التغذية.
* تكون قشور، خاصة فى الغلاية، وايضا فى التربينة.
* غليان زائد ورغاوى فى الغلاية.

علاوة على ذلك، يجب أن تكون جودة البخار عالية بالكفاية بالدرجة التى تسمح باستخدامها لاغراض معينة بدون مشاكل.

عادة تتكون مياه التغذية من خليط من مياه التعويض والمتكاثف. ويكون المتكاثف نظيف جدا ولا يحتاج عادة إلى نفس المعالجة الأولية المطلوبة لمياه التعويض، وغالبا يكون أسخن من مياه التعويض. ولذا يفضل استعادة أكبر كمية من المتكاثف الى نظام الغلاية.

إذا كان المتكاثف ملوث، وإذا تعدت الشوائب القيم المسموح بها فى الغلاية، فيمكن اجراء أحد هذه الاختيارات :

* يحلل المتكاثف على فترات زمنية مناسبة لاظهار الشوائب الموجودة.
* تستخدم أجهزة آلية لاعطاء انذار والتخلص من المتكاثف الزائد إلى المصرف.
* استخدام أنواع مختلفة من معدات المعالجة.
* عدم استخدام المتكاثف.

يتم الفحص التحليلى على فترات منتظمة ويكون ذلك مناسبا إذا وجدت شوائب ليست خطيرة ولا تسبب مخاطر. كذلك يتم الفحص إذا وجد تسريب بسيط فى المبادل الحرارى المستخدم للمياه الخام.

يراقب المتكاثف ايضا، إذا حدث خلط الزيت مع المتكاثف.

وتعتمد الطرق المستخدمة لعلاج المتكاثف على الشوائب المتوقعة. عادة، يتم ترشيح المتكاثف، غالبا خلال مرشح رقيق *(Softening Filter)* وبذلك نتخلص من الشوائب الصلبة.

التفوير *Blow down*

تكون جميع المواد غير المتطايرة المذابة فى مياه التغذية أكثر تركيزا فى مياه الغلاية، والطريقة الوحيدة للتخلص من هذه المواد للتغلب على التركيز من الزيادة العالية جدا هى بتفوير جزء من مياه الغلاية.

وبذلك تحتوى مياه الغلاية ومياه التفوير على نفس الكميات المذابة تبعا لهذه العلاقة .

$$\frac{Kp}{Ks} = \frac{S}{U}$$

حيث

Kp = تركيز المواد المذابة فى مياه الغلاية.

Ks = تركيز المواد المذابة فى مياه التعويض.

S = كمية مياه التعويض.

U = كمية مياه التفوير.

مثال

غلاية عند ضغط *25 bar* تنتج بخار، قيم تحليل المياه كالآتى :

الموصولية	*60 mS/m*
البيكربونات	*92 mg/ L*
برمنجنات البوتاسيوم	*40 mg/ L*
حمض السيليكا	*11 mg/ L*
مفقودات البخار	*200 ton / 24 hr*

يتم التفوير باستمرار ويرتب للمرور على خزان تخفيض للضغط *(Flash tank)* احسب كمية مياه التفوير ؟

يمكن تقليل مياه التفوير إذا تم تغيير الانشاءات من الميسر (المبادلات الصوديومية) *(Softener)* إلى إزالة الملح الجزئى *(Partial desalting)* . عندئذ يقل محتوى البيكربونات إلى *30 mg/ L* كذلك تقل الموصولية إلى *54 mS/ m*

يلاحظ من الاتزان الحرارى اثناء مرور التفوير على خزان التخفيض أن كمية المياه المحتوية على طين (من الغلاية) تكون حوالى *0.8* من كمية مياه التفوير.

عندئذ يكون الفقد الكلى من النظام = مفقودات البخار + *(0.8)* كمية مياه التفوير

هذا الفقد يعوض من المياه الخام ← *(1)*

عادة تكون القيمة الاسترشادية *(guide value)* هى أقصى قيمة مسموح بها للغلاية تؤخذ قيمة الموصولية *400 mS/m* كقيمة استرشادية.

$$\text{كمية مياه التفوير} = \frac{(200\ t/\ 24hr) \times (60)}{(400) - (0.8 \times 60)} = 34\ ton\ /\ 24\ hr \quad \leftarrow (2)$$

تؤخذ القيمة الاسترشادية لقلوية الفينولفثالين *7.5 mekv/L (p - alkalinity)* تكون قيمة البيكربونات (HCO_3) هى *92 mg/L* والتى تساوى *92/61* من قلوية ميثيل *m - alkalinity (alkalinity to methy / Orange)* أى تساوى *1.5 mekv/ L*

(يلاحظ أن $1\ ekv.\ m.\ alk = 61\ g\ HCO_3^-$)

$$\text{كمية مياه التفوير} = \frac{(200t/\ 24hr) \times (1.5)}{(7.5) - (8.5 \times 1.5)} = 47.6\ ton\ /24\ hr \quad \leftarrow (3)$$

تؤخذ قيمة حمض السليكا $200\ mg/L$ كقيمة استرشادية

$$\text{كمية مياه التفوير} = \frac{(200t/24hr) \times (11)}{(200) - (0.8 \times 11)} = 11.5\ ton/24\ hr \longleftarrow (4)$$

قيمة البرمنجنات المستخدمة $270\ mg/L$ كقيمة استرشادية

يتحلل حوالى 60% من الاجزاء العضوية فى الغلاية. أى تستخدم مياه التغذية برمنجنات تساوى $(40 * 0.6) = 24\ mg/L$

$$\text{كمية مياه التفوير} = \frac{(200t/24hr) \times (24)}{(270) - (0.8 \times 24)} = 19.1\ ton/24\ hr \longleftarrow (5)$$

النتيجة

من المعادلات $3, 4, 5$ تلاحظ أن أكبر كمية مياه تفوير عند $P - alkalinity$ هى $47.6\ ton/24\ hr$

من المعادلة (1)

الفقد الكلى من النظام = مفقودات البخار + (0.8) كميه مياه التفوير

$$(200) + (0.8 * 47.6) = 238\ ton/24\ hr$$

وهى قيمة سريان المياه الخام

عند استخدام إزالة الملح الجزئ

عندئذ تقل كل من محتوى الاملاح والقلوية. وتصبح الموصولية $54\ mS/m$ وعليه:

* كمية مياه التفوير تبعا للموصولية تكون

$$\text{كمية مياه التفوير} = \frac{(200\ ton/24\ hr) * (54)}{(400) - (0.8 * 54)} = 30.3\ ton/24\ hr$$

* كمية مياه التفوير تبعا للقلوية تكون

$$\text{كمية مياه التفوير} = \frac{(200\ ton/24\ hr) * (0.5)}{(7.5) - (0.8 * 0.5)} = 14.1\ ton/24\ hr$$

من المعادلة (1)

الفقد الكلى من النظام تبعا للموصولية يكون

$$(200) + (0.8 * 30.3) = 224.2\ ton/24\ hr$$

أى تنخفض كمية مياه التفوير من 47.6 ton/ 24 hr إلى 14.1 ton/ 24 hr عند انخفاض القلوية.

باستخدام بلوف تحكم آليه مناسبة وأجهزة قياس السريان *(Flow)* يمكن التحكم فى عملية التفوير المستمر ويمكن زيادة كمية مياه التفوير بزيادة الموصولية.

الاجراءات بعد معالجة مياه التغذية ومياه الغلاية والمتكاثف

تضاف بعض المواد الكيميائية للحصول على الخصائص المطلوبه فى مياه التغذية ومياه الغلاية والمتكاثف للوصول للآتى :

* زيادة الاس الهيدروجينى *PH* لمياه التغذية.
* التخلص من العسر المتبقى.
* التخلص من الاكسچين المتبقى.
* منع التآكل فى نظم المتكاثف.

وفيما يلى تلخيص بعض هذه الحالات.

(1) التخلص من العسر المتبقى *Eliminating residual/ hardness*

يمكن حدوث العسر فى مياه التغذية نتيجة :

* تسرب مركبات العسر من خلال مكونات الميسر.
* تسرب بلوف المسار الجانبى التحويلى *(Bypass valves)* المستخدم فى نظام الميسر.
* اخطاء التشغيل.
* تنشيط متأخر زائد.
* تسرب العسر إلى المتكاثف.
* استخدم مياه العسر *(hard feed water)* فى حالات الطوارئ بالرغم من انخفاض العسر المتبقى فى مياه التعويض، والنتيجة فانه يتركز فى الغلاية ومع الوقت يتسبب فى تكون قشور بالغلاية.

عادة يتم التخلص من العسر المتبقى باستخدام ما يعرف بفوسفات الصوديوم الثلاثى *(Trisodium phosphate)* ، وهو محلول قلوى، والذى يكون رواسب غير قابلة للذوبان مع مكونات العسر. كقاعدة، يتم المحافظة على 20 - 40 mg/L فى P_2O_5 فى مياه الغلاية عند ضغط حتى 50 بار.

يتم إضافة الفوسفات إلى خزان مياه التغذية أو خط مياه التغذية بواسطة مضخة (metering pump) . إذا كان العسر المتبقى عالى، يبدأ تشكل الرواسب أولا فى نظام مياه التغذية. غالبا تتكون الرواسب الفوسفاتية فى هذه الاجزاء المختلفة للنظام.

فى النظم الكبيرة، أحيانا يتم التخلص من هذه المخاطر بإضافة الفوسفات مباشرة الى الغلاية من خلال طلمبة ترددية (Reciprocating Pump) أو باضافة الفوسفات لخط مياه التغذية من خلال طلمبة يدوية (Hand Pump) .

ويجب العناية بالنظام إذا كان العسر المتبقى أكبر من 0.1 °dh

إذا احتوت الغلاية على طلاء قديم (Coatings) فعند اضافة الفوسفات لأول مرة فان الفوسفات يحلل الطلاء وتتشكل الترسيبات. عندئذ يمكن أن يصبح الفوسفات عالى جدا بدون تأثير على العسر فى مثل هذه الحالات يجب تقليل الكمية المضافة والعمل على زيادة كمية التفوير وذلك لتجنب زيادة الترسيبات الفوسفاتية فى الغلاية، فى بعض الغلايات، يستخدم حمض التنيك (Tannin) للتخلص من العسر المتبقى، والذى يمتاز أيضا بانه يحمى ضد تأثير الاكسجين.

ايضا تستخدم عاملات مركبة للتخلص من العسر المتبقى. والتى تكون عبارة عن عناصر مطحونة قابلة للذوبان ولا تتفاعل مع العسر. ويكون ميزة الطحن أنها لا تشكل ايه ترسيبات فى مياه الغلاية.

(2) **قلوية مياه التغذية** (Alkalization of feed water)

يجب دائما أن تكون مياه التغذية قلوية وقيمة PH تتراوح بين 9.6 - 8.8

إذا احتوت مياه التعويض على بيكربونات، فان مياه التغذية تكون قلوية أتوماتيكيا عند حدوث نزع للغازات نتيجة تحلل البيكربونات بينما تتشكل الكربونات.

تكون القلوية ضرورية إذا لم يتم نزع الغازات من المياه أو إذا تم التخلص من البيكربونات نتيجة معالجة المياه (بما يعرف بعملية التلبد Flocculation أو التحلية الكاملة Total desalinization) .

توجد مواد متعددة متاحة تؤدى إلى زيادة قلوية مياه التغذية، ويعتمد الاختيار على الحالة أو على التأثيرات الجانبية الغير مرغوبة. فيما يلى أمثلة لبعض المواد المستخدمة :

* هيدرازيد الصوديوم (Sodium hydrazide أو Caustic Sock) .
والتى تزيد القلوية بمياه الغلاية.

* فوسفات ثلاثى الصوديوم (*Trisodium phosphate*)

والذى يؤدى إلى التخلص من العسر الزائد وايضا يزيد قلوية مياه الغلاية.

* الهيدرازين (*Hydrazine*).

والذى يخلص مياه التغذية من الاكسچين المتبقى ويزيد قلوية مياه الغلاية، كذلك يزيد قيمة *PH* فى المتكاثف. ويعتبر الهيدرازين من المواد القوية المسببة للسرطان ولذا يجب عدم استخدامها.

* الامونيا (*Ammonia*)

والتى لا تزيد قلوية مياه الغلاية ولكن تزيد قيمة *PH* فى المتكاثف.

* اميدات [1] عضوية *Organic Amides*

(مثل *Cyclohexylamine, morpholine*)

والتى لها تأثير قلوى على مياه الغلاية وتزيد قيمة *PH* فى المتكاثف إذا أمكن، دائما يجب أن تحدث القلوية بعد نزع الغازات والتى تمنع حمض الكربون الحر من أن يصبح مقيدا.

(3) **التخلص من الاكسچين المتبقى** *Eliminating Residual Oxygen*

باستخدام نازع الغازات يتم التخلص من الاكسچين فى المياه. فى حالات كثيرة، تضاف عاملات لازالة الاكسچين.

توجد مادتين تستخدما لهذا الغرض هما :

* كبرتيت الصوديوم (*Sodium Sulphite*) والتى تؤثر فقط فى مياه الغلاية ومياه التغذية.

الهيدرازين (*Hydrazine*)

وهو متطارير ويؤثر فى البخار والمتكاثف. تضاف هذه الكمياويات بخزان مياه التغذية أو بخط مياه التغذية، ويضاف ايضا الهيدرازين الى البخار.

يعتبر الهيدرازين من مسببات السرطان والحساسية وهو مصنف كمادة سامة، ويجب الاعتناء بقنينه الهيدرازين وأن يكتب عليها سام. طبقا للمواصفات القياسية السويدية الخاصة بالصحة والامان، فان الحد الصحى *100 µg* لكل متر مكعب هواء، وهذا يعنى أنه لا يمكن استخدام الهيدرازين فى المواقع المستخدم فيها البخار مباشرة فى العمليات.

---

(1) مركب ناتج من احلال مجموعة حامض عضوى محل ذرة هيدروچين فى جزئ النشادر.

تتفاعل كبريتات الصوديوم مع الاكسچين عند درجة حرارة معينة كالآتى :

$$2\,Na_2\,SO_3 + O_2 = 2\,Na_{\,2}SO_4$$

تباع كبريتات الصوديوم تجاريا على صوره مياه خالية من الاملاح أو على شكل بلورات تحتوى على 50% مياه. عند استخدام مياه خالية من الاملاح نحتاج إلى ثمانية أجزاء للتخلص من الاكسچين بينما نحتاج للضعف عند استخدام البلورات تتفاعل الكبريتات ببطء مع الاكسچين ولكن يزيد معدل التفاعل عند اضافة بعض الكيماويات الخاصة. يجب عدم استخدام الكبريتات فى الغلاية إذا كان الضغط أعلى من 30 ضغط جوى (بار). يتفاعل الهيدرازين مع الاكسچين عند درجة حرارة معينة كالآتى :

$$N_2H_4 + O_2 = N_2 + 2\,H_2O$$

من مميزات الهيدرازين الآتى

* المنتج النهائى لا يزيد محتوى الاملاح.
* يتفاعل الهيدرازين ويؤدى إلى زيادة قيمة PH
* يتطاير الهيدرازين ويتبع مسار البخار. يكون التركيز فى البخار حوالى $\frac{1}{10}$ من التركيز فى مياه الغلاية. يساعد الهيرازين على قلوية المتكاثف والتخلص من الاكسچين .
* يمكن الكشف بسهولة عن وجود الهيرازين

يتفاعل الهيدرازين مع الصدأ ويتشكل اكسيد الحديد كالآتى :

$$N_2H_4 + 6\,Fe_2\,O_3 = 4\,Fe_3\,O_4 + 2\,H_2\,O + N_2 \uparrow$$

عند درجات الحرارة المرتفعة وضغط الغلاية العالى، يتحلل الهيدرازين بينما تتشكل الامونيا ومواد أخرى، ولا نحصل على كميات كبيرة من الهيدرازين فى البخار أو فى مياه الغلاية نتيجة الاضافات فى مياه التغذية.

إذا حدث خلال الايقاف، انخفاض درجة الحرارة بالغلاية أو بخزان مياه التغذية بحوالى $100°C$ (والتى تحدث بسرعة جدا فى خزان مياه التغذية)، يتم اضافة كبريتات أو هيدرازين لحماية هذه الاجزاء بالنظام خلال فترة التوقف. يجب أن تكون الاضافات كافية للتأكد من وجودها عند إعادة التشغيل.

لفترات التوقف الطويلة، يجب أن تجهز الغلاية بحوالى $100\ mg/L$ هيدرازين فى مياه الغلاية.

للحماية من حدوث تآكل نتيجة غاز الاكسچين فى الغلاية، فانه يضاف مركب حمض التنيك *(tannin)* لبعض النظم الصغيرة. كذلك تضاف بعض المركبات لحماية الغلاية من تكون القشور.

(4) حماية التآكل فى نظام المتكاثف

Prevent Corrosion in a condensate system

يحدث التآكل فى نظام المتكاثف نتيجة تأثير ذوبان الحمض الكربونى والذى له قيمة *PH* منخفضة فى المتكاثف. ايضا الاكسچين المذاب له تأثير على التآكل.

ينتج الحمض الكربونى من وجود البيكربونات (أو الحمض الكربونى الحر) فى مياه التعويض، بينما ينتج الاكسچين من مياه التعويض التى لم ينزع منها الغازات.

توجد ثلاثة طرق للتغلب على حدوث التآكل هى :

- زيادة قيمة *PH* فى المتكاثف.
- اضافة عناصر للتخلص من الاكسچين المتبقى.
- اضافة عناصر لمنع المياه من احداث رطوبة للحديد وبالتالى التغلب على التآكل.

تحلل الامونيا اكسيد النحاس بسهولة والذى يتكون من تفاعل الاكسچين مع النحاس ولذلك تسبب اضافة الامونيا مخاطر لخطوط المتكاثف والمبادلات الحرارية. المصنعة من النحاس إذا لم يتم التخلص من الاكسچين.

يزيد تعادل الاميدات *(Neutralizing Amides)* فى البخار من قيمة *PH* فى المتكاثف وبالتالى يقل التآكل.

الطاقة وتكلفة الوفر *Energy and Cost savings*

يجب أن تكون نتيجة البرنامج الجيد والكامل لمعالجة المياه الوصول إلى وفر فى كل من استهلاك الطاقة، والبخار المتولد، وتكلفة الصيانة وتكاليف كيماويات المعالجة.

يمكن للتوفيرات قصيرة الوقت *(Short - term)* فى الطاقة وكيماويات المعالجة أن تسترجع تكلفة تطبيق برنامج المعالجة عند معدل فعال. بالإضافة إلى فوائد ومميزات على المدى الطويل مثل مقاومة التآكل وتكون القشور، فى حالات الغلايات الكبيرة فإن تقليل الصيانات وانخفاض تكلفة التشغيل يصبح جوهريا.

يوضح جدول *(3 - 6)* التأثيرات المختلفة لمعالجة المياه وتكلفة التشغيل للطرق المختلفة للتبادل الايونى.

(أ) منع التآكل والقشور

يؤدى تكون القشور فى الغلاية الى انخفاض كفاءتها. يوضح شكل *(15 - 3)* العلاقة بين سمك القشور وبين نسبة الفقد فى الوقود.

(ب) تقليل التفوير

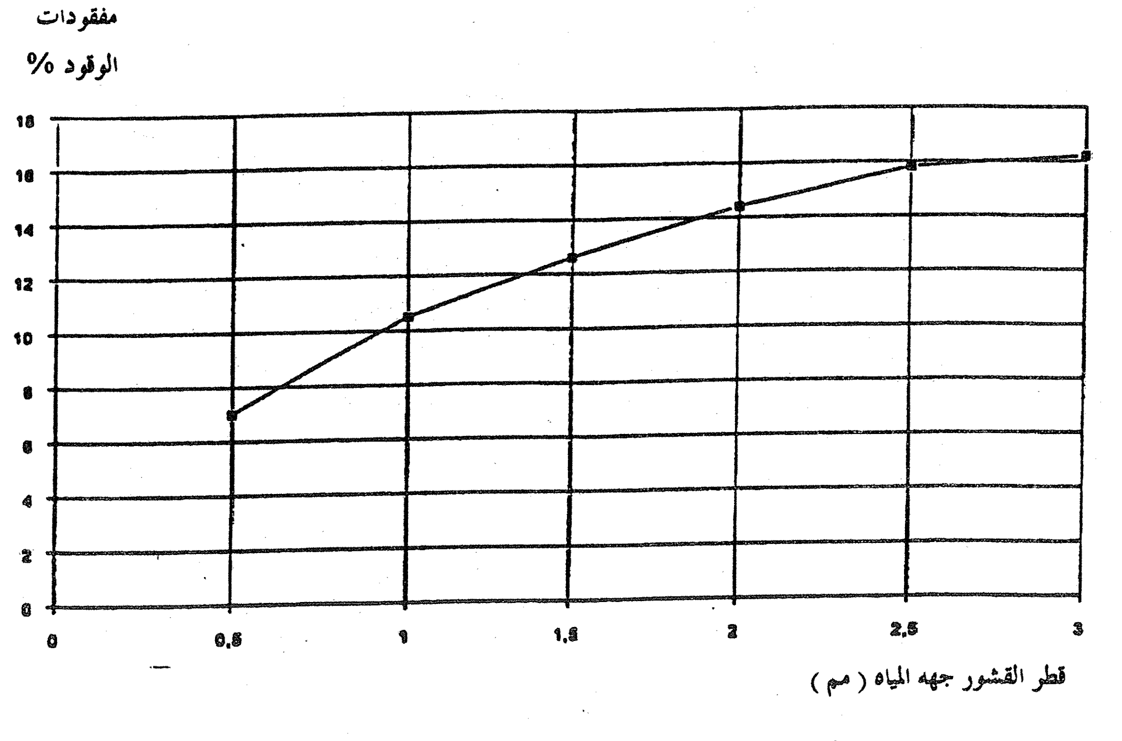
يجب تقليل التفوير بقدر الامكان ويمكن حساب المفقودات نتيجة التفوير كما هو موضح فى الشكل *(16 - 3)*.

(جـ) استعادة المتكاثف

يوضح شكل *(17 - 3)* الوفر فى الطاقة المقابل لاستعادة المتكاثف.

(هـ) تسخين مسبق لمياه التغذية

يوضح شكل *(18 -3)* العلاقة بين تحسين الكفاءة والتسخين المسبق لمياه التغذية.



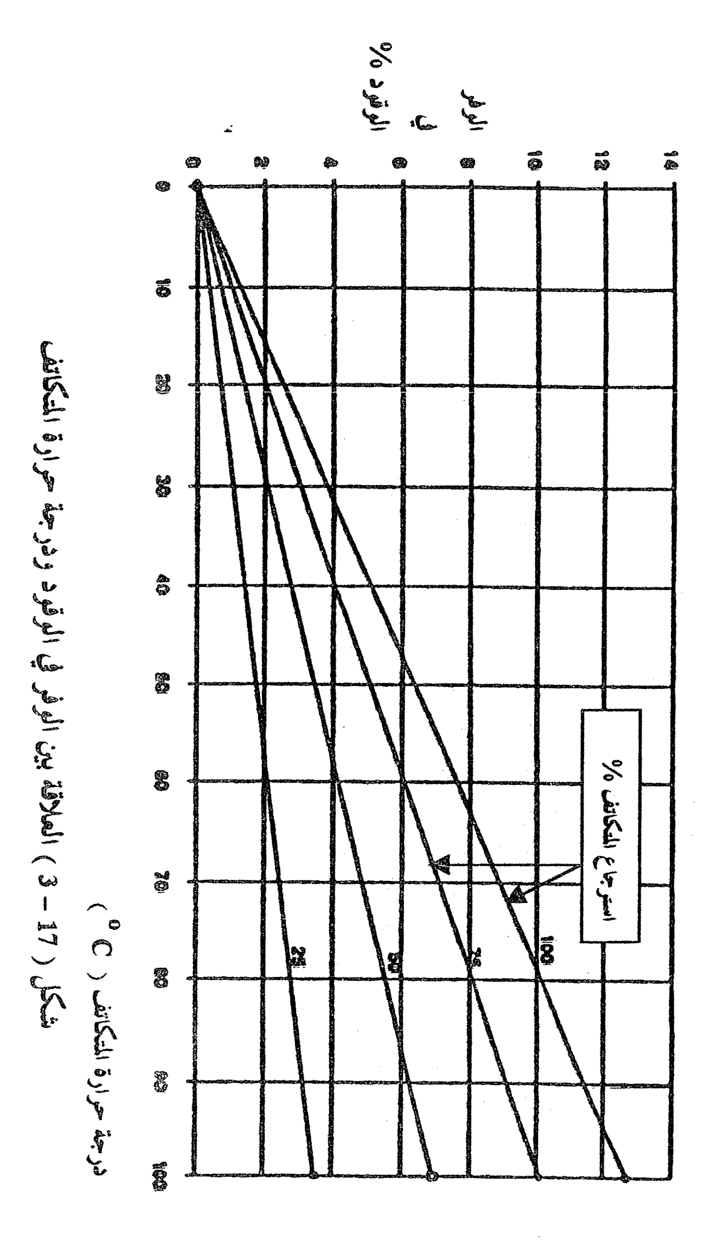
شكل (15 – 3) العلاقة بين مفقودات الوقود وقطر القشور

جدول (6 - 3) التأثيرات المختلفة لمعالجة المياه وتكلفة التشغيل للطرق المختلفة للتبادل الايونى

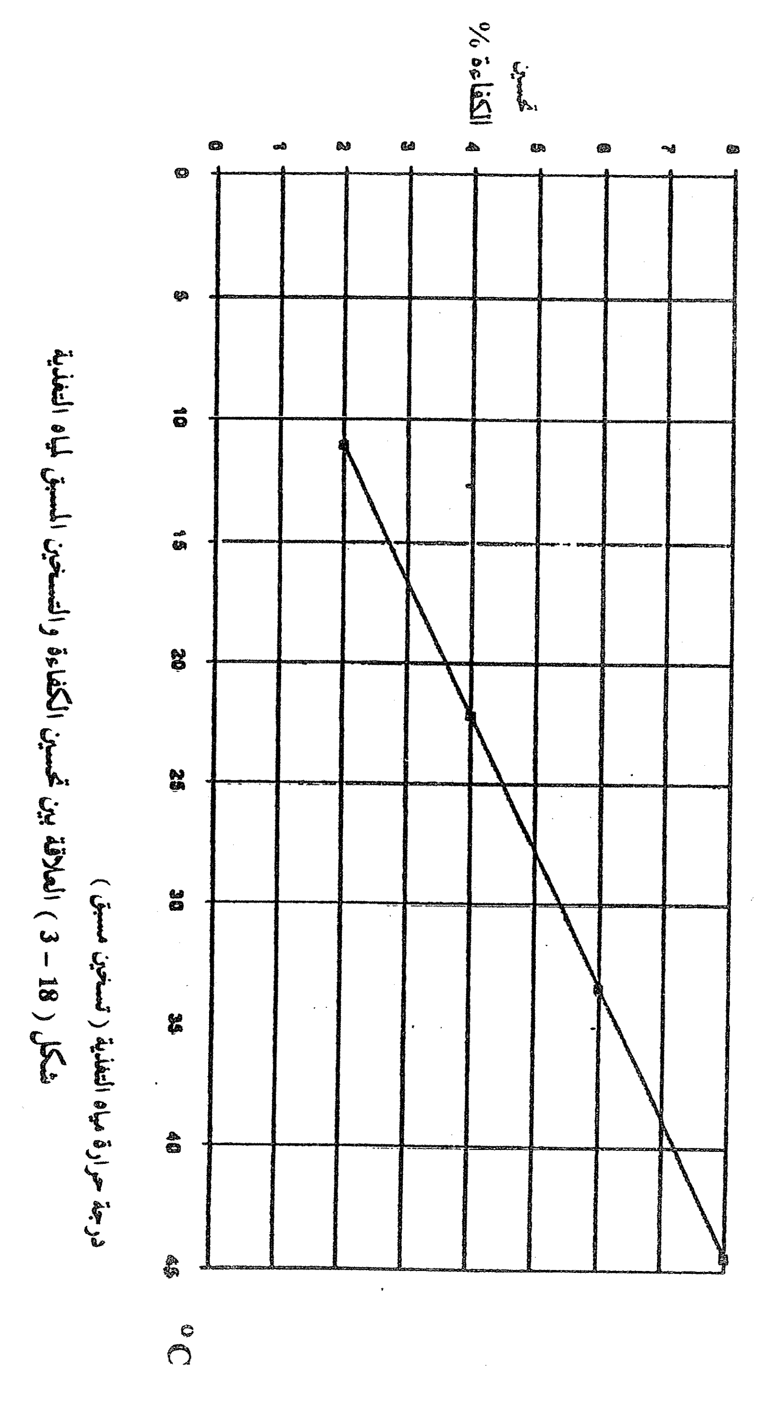
		مياه غير معالجة	يسر صوديوم	منزوع القلوية	انيون قاعدة ضعيفة ذو مرحلتين تأين	انيون قاعدة قوية ذو مرحلتين تأين	حشو مختلط غير متأين
المواد الصلبه المذابة الكلية	TDS ppm	350	350	90	>3	<2	<1
العسر الكلى	Total hardness ppm	300	<5	40	-	-	-
القلوية	Alkalinity ppm	270	270	10	-	<2	-
العسر الدائم	Permanent Hardness ppm	30	<5	30	-	-	-
ثانى أكسيد الكربون	Carbon dioxide	10	10	5	280	-	-
الاس الهيدروجينى	PH	7.7	7.7	7.5	4.5	8.4	7.0
سيليكا	Silica	5	5	5	5	0.2	0.05
تكلفة التشغيل	Operating Costs		1	2	5	10	15



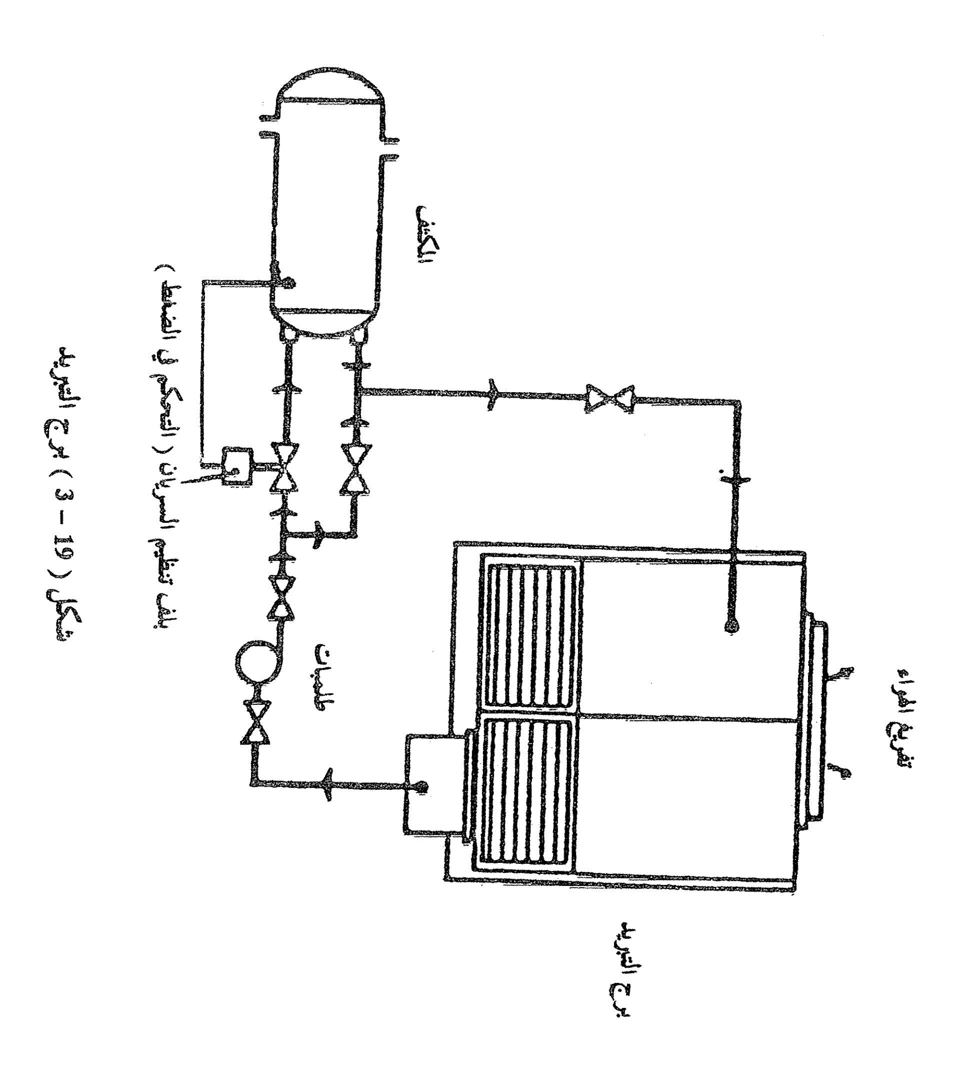
شكل (16 – 3) العلاقة بين كمية مياه التفوير وضغط الغلاية



شكل (17 - 3) العلاقة بين الوفر في الوقود ودرجة حرارة المتكاثف



شكل (18 - 3) العلاقة بين تحسين الكفاءة والتسخين المسبق لمياه التغذية



شكل (19 - 3) برج التبريد

ثالثا : نظام مياه التبريد *Cooling Water System*

تستخدم ابراج تبريد المياه المبخرة فى تطبيقات متعددة، كل حالة تحتاج لمعالجة خاصة تبعا لمستوى درجة الحرارة والموقع والطرق المستخدمة.

من هذه التطبيقات :

- محطة التبريد	*Refrigeration Plant*
- كباسات الهواء	*Air Compressors*
- الآلات	*Engines*
- تبريد الافران	*Cooling of furnaces*
- تبريد مكثف التربينة	*Turbine Condenser Cooling*

يكون استهلاك الطاقة لهذه التطبيقات أما مباشر أو غير مباشر اعتمادا على درجة حرارة التبريد وتبعا لقيمة التصميم. إذا كانت درجة الحرارة عالية جدا أو كان السطح ملوث أو يحتوى على قشور فإن الكفاءة ستقل واستهلاك الطاقة سيزيد.

معالجة وجودة المياه *Water quality and treatment*

يستخدم نظام التبريد المبخر الهواء والمياه كوسط للتبريد ففى برج التبريد، تبرد المياه الساخنة بواسطة التبخير وبعض التبريد المحسوس. تضخ المياه المبردة مرة أخرى إلى العمليات ثم تعود إلى برج التبريد ثانية، عند تكرار الدورة. يوضح شكل *(19 - 3)* فكرة برج التبريد.

نتيجة عملية التبخير، فان المياه المبخرة فقط تكون نقية، بينما تترسب الاملاح والمعادن والشوائب الأخرى فى النظام المعاد تدويره.

تضاف مياه تعويض جديدة للنظام. عند الوصول إلى نقطة التشبع، يبدأ ظهور القشور والاملاح المذابة *(TDS)* . ونجد أن التحكم فى تركيز الاملاح المذابة والحفاظ على اسطح المبادل الحرارى نظيفة من أهم الاشياء التى يجب أن تراعى فى جميع نظم التبريد.

نتيجة التبخر يزيد تغيير دورات التركيز *(Cycles of Concentration) (C)* والذى يعنى تركيز الاملاح الذائبة فى المياه الدائرة عدد من المرات.

يمكن مقاومة القشور إذا انخفض عدد دورات التركيز أقل من نقطة التشبع. لا يكفى تغيير المياه لمقاومة تشكيل القشور. وبذلك فانه يصبح من الضرورى عمل تفوير للنظام. ويمكن حساب التفوير كالآتى :

مياه التعويض (M) تساوى مجموع المياه المبخرة (E) والتفوير (B)

$$M = E + B$$

$$C = \frac{M}{B}$$

$$B = \frac{E}{C - 1}$$

ويمكن اضافة الكيماويات لتقليل التفوير وتقليل استهلاك المياه.

تعتمد الفائدة المالية على تكلفة المياه والكيماويات ويجب تقليلها للوصول إلى النظام المثالى.

من مشاكل المياه تكون القشور والتآكل والتلوث، سبق أن تعرضنا لكل من القشور والتآكل فى فصل «معالجة مياه الغلاية» لذا سنتعرض هنا إلى مشكلة التلوث.

التلوث البيولوجى *Biological Fouling*

يحدث التلوث الميكروبيولوچى نتيجة نمو البكتريا أو الطحالب أو بعض العضويات الاخرى الموجودة فى النظام الدائر. تنمو الميكروبيولوچى بقوة فى المياه الباردة، ويساعدها على النمو درجة الحرارة والاس الهيدروچينى وتحصل على الاكسچين من رذاذ المياه، ويجهز الغذاء من المواد العضوية وضوء النهار.

تحدث ترسيبات قذرة وموحلة وذات رائحة كريهة نتيجة عدم التحكم فى نمو الميكروبيولوچى. تنتج كل من القشور والتآكل اسطح ملوثة تؤدى إلى انخفاض كفاءة التبادل الحرارى، واعاقة السريان خلال الانابيب والمصافى والفواهات الرشاشة وصمامات التحكم.

يكون للمياه المستخدمة فى أغراض التبريد جرابات أو مساحات فى النظام عندما تكون درجة الحرارة نموذجية للنمو السريع.

توجد مواد عضوية متعددة ولكن يمكن تصنيفها إلى ثلاثة مجموعات رئيسية هى: الطحالب والبكتريا والعفن.

يمكن التغلب على التلوث بالطرق الآتية :

- الطرق الميكانيكية ـ الطرق الحرارية ـ المعالجة الكيميائية.

- **الطرق الميكانيكية** *(Mechanical methods)*

تكون الطرق الميكانيكية التى تمنع دخول العضويات إلى نظام التبريد عبارة عن قضبان حاملات رشاشات ومصافى.

• **المعالجة الكيميائية** *(Chemical treatment)*

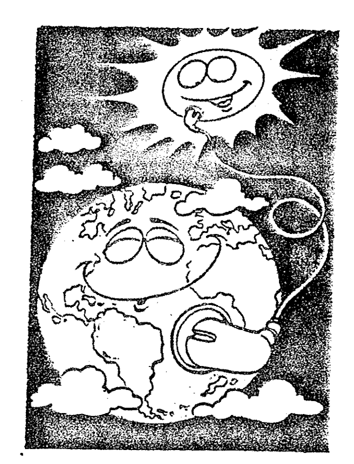
تتضمن الطرق المختلفة المستخدمة أما اكسدة *(Oxidizing)* أو عدم اكسدة (اختزال) *(non - oxidation)*. أكثر المعالجات تأثيرا وشيوعا هو استخدام الكلور ولكنه يحتوى على سميات قليلة. يفقد الكلور فاعليته إذا كانت *PH* أكبر من *7.5* ويكون غير مفيد كمؤكسد مؤثر إذا كانت *PH* أكبر من *8* يستخدم هيبوكلوريت الصوديوم *(Sodium hypochlorite)* أكثر من غاز الكلور لانه أسهل وأضمن فى التداول.

فى نظم التبريد الاصغر، تستخدم مركبات الكبريت واملاح الامونيا *(Quaternary ammonium salts)*

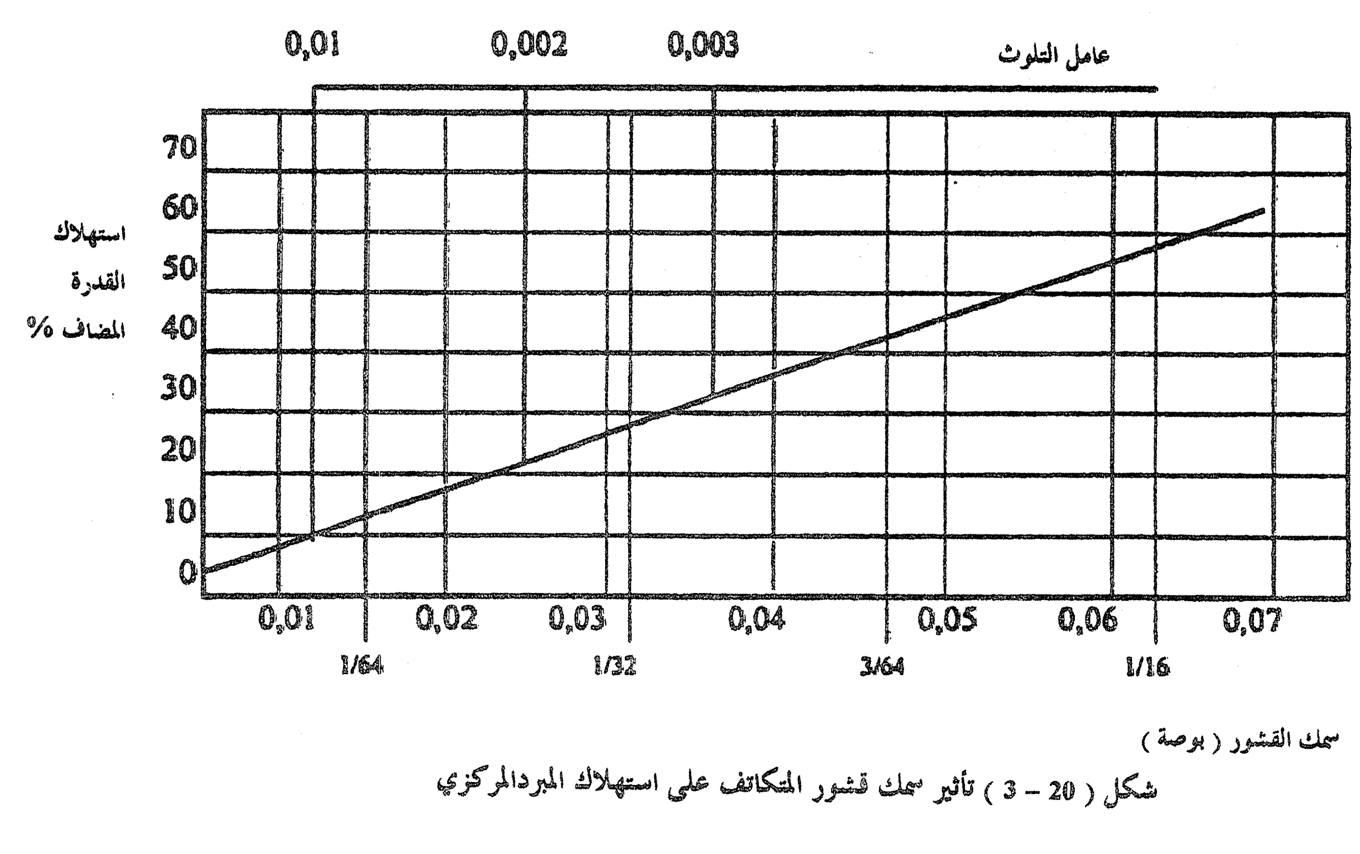
فرص وفورات الطاقة *Energy savings potentials*

نظام التبريد *(Refrigerator system)*

يوضح شكل *(3 - 20)* تأثير سمك قشور المتكائف على استهلاك المبرد المركزى.







شكل (20 - 3) تأثير سمك قشور المتكاثف على استهلاك المبردالمركزي

رابعا : نظام تسخين المياه *District heating water system*

من اسباب حدوث تآكل داخلى لنظام تسخين المياه بالوحدات السكنية أو التجارية المركزية أنه لا تتم عمليات المعالجة الكافية لمياه التغذية ولنظام مياه التسخين الدائر. ترجع عدم كفاءة نظام التسخين إلى عدة اسباب منها انهيار المواسير، والصمامات (البلوف) والمعدات، وعدادات السريان الغير سليمة، تسريب أو عدم نظافة المبادلات الحرارية وتآكل وتأكسد خزانات التمدد وجميع هذه العوامل تشير إلى زيادة الاحتياج إلى عمليات الصيانة والمتابعة.

للتغلب على ذلك، تحدد بعض الاحتياجات المتعلقة بالمياه الموزعة. يوضح جدول *(3 - 7)* مثال لقيم المحتويات المطلوبة بالمياه بالسويد. العمود الأول يمثل التوصيل غير المباشر للغلاية من خلال مبادل حرارى، بينما العمود الثانى لحالة التوصيل المباشر حيث يتم توزيع مياه الغلاية لنظام التسخين بالمقاطعة.

للصلب معدل تآكل منخفض عند قيمة الاس الهيدروچينى *(PH)* بين *9.5 &10* وللنحاس الخالى من الزنك سرعة منخفضة نتيجة انخفاض القلوية. إذا كان النظام من سبيكة النحاس فلا يوصى بأن تكون قيمة *PH* أعلى من *10* ولا يستخدم الالومنيوم عند هذه القيمة.

فيما يلى توضيح كل عنصر :

(أ) العسر *Hardness*

تحدث الترسبات فى الغلايات والمبادلات الحرارية نتيجة عسر المياه، أى نتيجة وجود ايونات الكالسيوم والمغنسيوم $(Ca^{2+} \& Mg^{2+})$ على سطح المواسير، وهذه الايونات مع البيكربونات ترسب كربونات الكالسيوم $(Ca\,CO_3)$. تعتمد الترسبيات على تركيزات الاملاح المختلفة وعلى درجة الحرارة.

يقل ذوبان $Mg^{2+} \& Ca^{2+}$ عند ارتفاع درجة الحرارة.

جدول (7 - 3) قيم محتويات المياه فى السويد

المحتوى		قيم المحتويات توصيل غير مباشر	قيم المحتويات توصيل مباشر
PH - Value	الاس الهيدروچينى	9.5 - 10	9.5 - 10
Hardness (mmol/Kg)	العسر	<0.178	< 0.018
(°dH)		< 1.0	< 0.1
Oxygen (mg/Kg)	الاكسچين	< 0.02	< 0.02
Ammonia (mg/Kg)	الامونيا	< 10	< 10
Iron (mg/Kg)	الحديد	< 0.1	< 0.1
Copper (mg/Kg)	النحاس	< 0.02	< 0.02
Oil, fat (mg/Kg)	الزيت والدهون	< 1	< 1
Conductivity	الموصولية	-	-
Particles	الجسيمات الصلبه	-	-

• **الاكسچين** *Oxygen*

يسبب ذوبان الاكسچين فى المياه تآكل الصلب. تعتمد سرعة التآكل على تركيز الاكسچين. وعلى ذلك يجب أن يكون تركيز الاكسچين اقل ما يمكن، ليس مستحيلا تحليل تركيز الاكسچين فى العينات المأخوذة من المحطات نتيجة زمن النقل الطويل. وتعنى قيم تركيز الحديد *Fe* المنخفضة أن تركيز الاكسچين فى الحدود المسموحة.

• **الامونيا** *Ammonia*

تسبب نسبة الامونيا العالية اجهادات تآكل لكل من النحاس وسبائك النحاس (الاصفر) وتقل المخاطر إذا كانت القيمة أقل من $10\ mg\ NH_3/\ Kg$

وتهمل مخاطر التآكل إذا كان تركيز الامونيا منخفض جدا.

• **الحديد والنحاس** *Iron and Copper*

يعبر عن مستوى التآكل بدلالة تركيز النحاس والحديد فى نظام تسخين المياه. يكون اغلب النحاس والحديد على صورة أكسيد أو هيدروكسيد عند قيمة *PH* عادية فى مياه نظام التسخين. والذى يظهر على شكل جزيئات صلبه أو طين فى النظام. الجزء الرئيسى فى

اكسيد الحديد عبارة عن اكسيد الحديد المغناطيسى (حجر المغناطيس) (Fe_3O_4)، والذى يترسب فى عدادات السريان مؤديا إلى قراءات خاطئة. هذا الاكسيد يسبب تآكل المواسير وأجهزة التحكم.

تدل مستويات النحاس والحديد على أن التآكل الداخلى غير عادى.

• **الزيوت والدهون** *Oil and fat*

تغطى هذه الزيوت والدهون المواسير والمبادلات الحرارية وتعوق عمل عدادات السريان.

• الموصولية (درجة التوصيل) *Conductivity*

تدل الموصولية على ملوحة المياه. كلما انخفضت الموصولية كلما قلت سرعة التآكل.

إذا وجدت عدادات سريان *(inductive flow meters)* فى النظام، فان الموصولية يجب أن تكون أكبر من *25 µs/ cm*

تكون الموصولية عالية بالدرجة الكافية لعدادات الحرارة الحثية *(Inductive heat meters)*

• **الجسيمات الصلبه** *Solid Particles*

ينتج عن التآكل جسيمات صلبة، وينتج عن عمليات انشاء الانابيب خبث المعادن والحصى. يجب أن تكون كمية الجسيمات الصلبه أقل ما يمكن.

التحكم والاختبار *Testing and control*

يجب المراقبة المستمرة لمحطات تنقية المياه وذلك بتحليل عينات المياه (وعينات البخار) والمأخوذة من الاجزاء المختلفة بالمحطة.

ويكون الغرض من الاختبارات التأكد من :

- تحقق القيم القياسية، لجميع اجزاء المحطة.
- النظافة، وتشغيل اجهزة نظافة المياه.
- التغير فى جودة المياه الخام والتى تعنى أن التغير فى التشغيل قد حدث.

عادة تكون الاختبارات بسيطة وقليلة للمحطات الصغيرة التى تعمل عند ضغوط منخفضة. توجد ثلاثة شروط يجب أن تتحقق فى جميع اختبارات :

(1) أن تكون العينات المأخوذة تمثل المحطة.

(2) لا تغير العينات بأية طريقة قبل التحليل.

(3) أن يتم التحليل بطريقة صحيحة.

يجب أن يتم الاختبار الدورى على كل المحطة. وان يكون الاختبار كافى للتأكد من القيم الحرجة. ولا يعنى هذا أن تتم إجراءات وتحليلات أكثر من الضرورى.

إذا حدث توقف للاختبارات فان هذا يعنى الاحتياج إلى اختبارات أخرى، ومن الضرورى التأكيد على أن مسئولى الاختبارات هم الذين يمكنهم التحكم فى التشغيل.

تختار نقط القياس بحيث تكون ممثلة للمحطة.

يعتبر هذا صعبا أو إلى حد ما فى الحالات الآتية :

* احتواء قطرات البخار المشبع على ملوثات.
* احتواء المتكاثف على البخار المتمدد.
* وجود طين رقيق القوام فى قاع الخزان.

يوضح شكل *(21 - 3)* مجاسات *(Probes)* خاصة لأخذ عينات من البخار أو المتكاثف المخلوط بالبخار، من المواسير الرأسية حيث السريان من أعلى إلى اسفل ويجب حساب معدل السريان بعناية.

يجب مراعاة الآتى :

* يجب أن تكون النقطة المأخوذ منها العينة نظيفة.
* تؤخذ العينات من مواضع يكون بها سريان حر *(Live Flow)* ولا تؤخذ من مواسير مياه التغذية.
* العينات المأخوذة من مقياس المياه *(Water gauge)* تكون غالبا خادعة.

من السهولة اختبار خطوط المواسير. المواد المناسبة للمواسير هى الصلب المقاوم للحموضة ذو القطر الداخلى *10* مم.

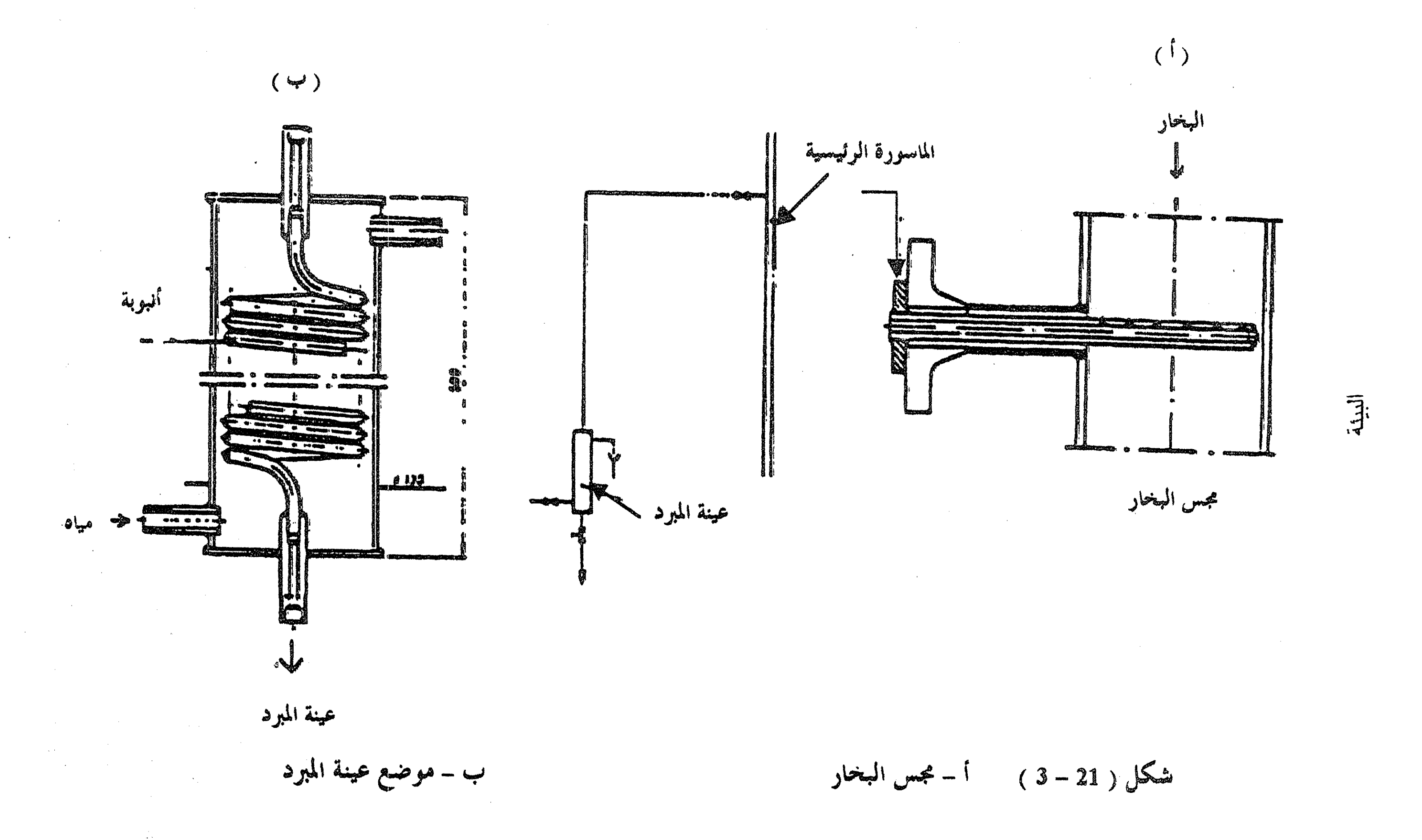
يجب أن تجرى الاختبارات الآتية لخطوط الأنابيب

- اختبارات ايجاد قيم النحاس والحديد.
- اختبارات البخار.

عند إجراء جميع الاختبارات يجب أن تكون الحنفيات (المأخذ) نظيفة. تسبب الحنفيات المتآكلة أو المتأكسدة أو الزنجارة (صدأ النحاس والبرونز) مشاكل كثيرة.

من الأفضل أن تكون الخراطيم الموصلة بين انبوبتين مناسبة ونظيفة ومن البلاستيك وأن يتم تغيرها دوريا بأخرى جديدة.

يلاحظ عدم استخدام المطاط السليكونى لاختبارات مياه التغذية ـ لان الاكسچين ينتشر من خلاله.



شكل (21 – 3)   أ – مجس البخار   ب – موضع عينة المبرد

يجب أخذ عينات من الوسط الساخن لمياه التغذية ومياه الغلاية والمتكاثف والبخار من خلال موضع عينة المبرد، كما فى شكل (21 - 3)، تحدث أحيانا ترسيبات على جانب المياه الباردة للمبرد، ولكن يمكن التغلب على ذلك بإجراء مراحل مناسبة.

تختار القنينات البلاستيك النظيفة للاستخدام فى الاختبارات وتستبدل دوريا بأخرى جديدة. تستخدم القنينة الزجاجية للاختبارات المراد تحديد محتوى الزيت بها.

بعض العينات يجب ألا تتعرض للهواء قبل إجراء الاختبارات، تؤخذ العينات من خلال خرطوم إلى زجاجة الاختبار. لهذه العينات يحدد :

* الاكسچين المتبقى :

وجود فقاعات هواء صغيرة فى العينة يبطل التحليل.

• قيم PH والموصولية في المتكاثف أو المياه الغير مالحة :

يستحسن وضع الالكترودات (PH) المغسولة جيدا أو خلايا القياس فى وضع مستقيم فى قنينة الاختبار والتى تكون مملوءة بالكامل.

• الاكسچين المذاب

يجب أن تملأ قنينة الاختبار بالكامل وتكون محكمة الغلق حتى اللحظة السابقة للاختبار.

يجب توافر خطوات جميع الاختبارات.





البيئة

الفصل الثانى
معالجة النفايات الصلبه

Treatment of solid wastes

يحتل موضوع معالجة وتدبير النفايات الصلبة حيزا مهما فى المحافظة على البيئة والحد من تلوثها، توجد بعض العناصر الهامة التى يجب تحديدها قبل التعرض للمعالجة منها :

(أ) كيف واين تتكون النفايات الصلبه فى المناطق المختلفة بالمحافظات والمدن. من تحديد مصادر المواد الخام. تبدأ عملية طرح النفايات الخام، بعد ذلك تتوالى كميات النفايات الصلبه من خلال مراحل التوزيع والتسويق والتصنيع أو الانتاج حتى وصولها الى المستهلك.

(ب) تخفيض كميات النفايات عن طريق :

* تخفيض استهلاكات المواد الخام الاولية.
* زيادة إسترداد بعض المواد النافعة أو إعادة تدويرها واستخدامها أو تصنيعها.

توجد طرق عديدة متاحة ومناسبة لمعالجة النفايات الصلبة مثل :

اعادة استخدام النفايات الصلبه - حرق النفايات الصلبه - دفن المخلفات فى باطن الارض - المعالجة البيولوجية.

(1) إعادة تصنيع بعض مواد النفايات *(Recycling)*

توجد مواد متعددة ومختلفة بالنفايات الصلبة يمكن إعادة تصنيعها مثل الورق والكرتون والبلاستيك والزجاج والمعادن.

فى البداية يتم فرز المخلفات وتفصل مكوناتها كل على حدة مثل :

- تفصل المخلفات المعدنية وتستخدم فى مصانع الصلب الصغيرة حيث يعاد تصنيعها.
- تفصل المخلفات الزجاجية ويعاد استخدامها لتشكيل وتصنيع أنواع الزجاج الرخيص غير النقى.
- يتم تبييض الأوراق والمواد السليلوزية ويصنع منها صناديق التغليف وأوراق الكرتون.
- النفايات المحتوية على مواد عضوية (مثل الورق والقماش والخشب وبقايا الطعام) يسهل تخميرها بواسطة البكتريا والحصول منها على غاز الميثان.
- المخلفات الصلبة من الزراعة مثل حطب القطن وقش الارز تخلط بنفايات المخلفات ويعرض هذا الخليط لفعل البكتريا فى صهاريج على عمق متوسط ويستغل غاز الميثان

الناتج (أو البيوجاز) فى عمليات التسخين وطهى الطعام.

- تخمر المخلفات الزراعية (مثل عيدان نبات الذره وقش القمح وبقايا درنات البطاطس) وتحول إلى الكحول الاثيلى (*ethyl alchol*) الذى يستخدم كوقود.
- يستخدم ناتج عمليات التخمير السابقة كسماد عضوى لتحسين عضوية التربة الزراعية المستصلحة حديثا.

لجميع هذه العمليات السابقة يتم دفن البقايا المتخلفة فى باطن الارض، وهى تقل فى الحجم كثيرا عن المخلفات الاصلية المستخدمة قبل بداية التدوير.

يوضح جدول (*8 - 3*) كميات المواد المعاد تصنيعها من النفايات فى الولايات المتحدة الامريكية عام *1975*

جدول (*8 - 3*) كميات المواد المصنعة من النفايات الصلبة في الولايات المتحدة عام *1995*

التصنيف	اجمالى كمية النفايات الصلبه مليون طن/ السنة	الكميات المعاد تصنيعها مليون طن/ سنة	النسبة ٪
الورق	44.1	6.8	15.4
الزجاج	13.7	0.4	2.9
المعادن	12.7	0.6	4.7
المطاط	2.8	0.2	7.1

من تجارب الدول الاخرى فى هذا المجال الصين والتى أمكنها تحويل النفايات البلاستيكية إلى نفط فى مصنع بكين غولدن ريفر لمنتجات البترول حيث يكون مدخل العملية الصناعية نفايات البلاستيك ومخرج العملية ديزل أو بنزين يستخدم لتشغيل السيارات الصينية.

(2) حرق المخلفات الصلبة *(Combustion)*

يتم حرق المخلفات الصلبة للتخلص منها ويستفاد من الطاقة الحرارية الناتجة من توليد البخار الذى يمكن استخدامه في التدفئة أو توليد الكهرباء. عند اتمام عملية الإحتراق بكفاءة تامة فان حجم هذه المخلفات يقل بنسبة 95% من حجمها الاصلى ثم يدفن الرماد الناتج من الافران بعد عملية الاحتراق فى باطن الارض.

وتعتبر عملية الاحتراق طريقة فعالة لتدمير الاجزاء الكبيرة من النفايات الصلبة الناتجة من المصانع. ولكن عيوبها تلوث الهواء نتيجة انطلاق الغازات المتصاعدة من عملية الاحتراق بكميات كبيرة كذلك استهلاك طاقة مرتفعة نسبيا. وعلى ذلك يمكن استخدام الحرارة الناتجة من احتراق النفايات لاغراض التسخين أو فى انتاج الكهرباء.

تكون الغازات الشائعة الناتجة من الاحتراق هى الاتربة، CO_2, CO, NO_x, SO_2 وملوثات كيميائية يعتمد تولدها على مركبات النفايات الصلبه.

توجد ايضا مركبات سامة جدا مثل الديوكسين *(Dioxine)* والناتج من احتراق المواد العضوية المحتوية على كلورين *(Chlorine)*.

(3) دفن المخلفات فى باطن الارض

دفن المخلفات فى حفر خاصة فى أماكن خارج حدود العمران للمدن - ثم تضغط بأية وسيلة مثل مرور جرارات خاصة عليها ثم تغطى بالتراب ويسوى سطح التربة من عيوب هذه الطريقة :

* تصبح الارض لينه ولا يمكن إجراء إنشاءات عليها ولكن يمكن تحويلها إلى حدائق عامة.
* قد تتغلغل مياه الامطار فى التربة السطحية وتصل إلى المخلفات والتى يمكن أن يستخلص منها مواد خطيرة تتغلغل إلى المياه الجوفية ومنها إلى المجارى المائية.
* يمكن أن تكون هذه الطريقة مكلفة جدا خاصة إذا لم تتواجد أماكن قريبة مناسبة للدفن.

(4) القاء المخلفات الصلبه فى البحار

يتم القاء المخلفات الصلبة فى البحار وقد يطفو بعضها فوق سطح المياه بينما يرسب البعض إلى القاع.

من عيوب هذه الطريقة :

* تلوث مياه الشواطئ بالمخلفات التى تطفو على السطح.
* استخلاص كثير من المواد الضارة بصحة الإنسان من هذه النفايات.

* الاضرار بالكائنات الحيه التى تعيش فى هذه المياه.

(5) **طريقة الترميد**

يتم حرق القمامة فى افران خاصة وتحويلها إلى تراب.

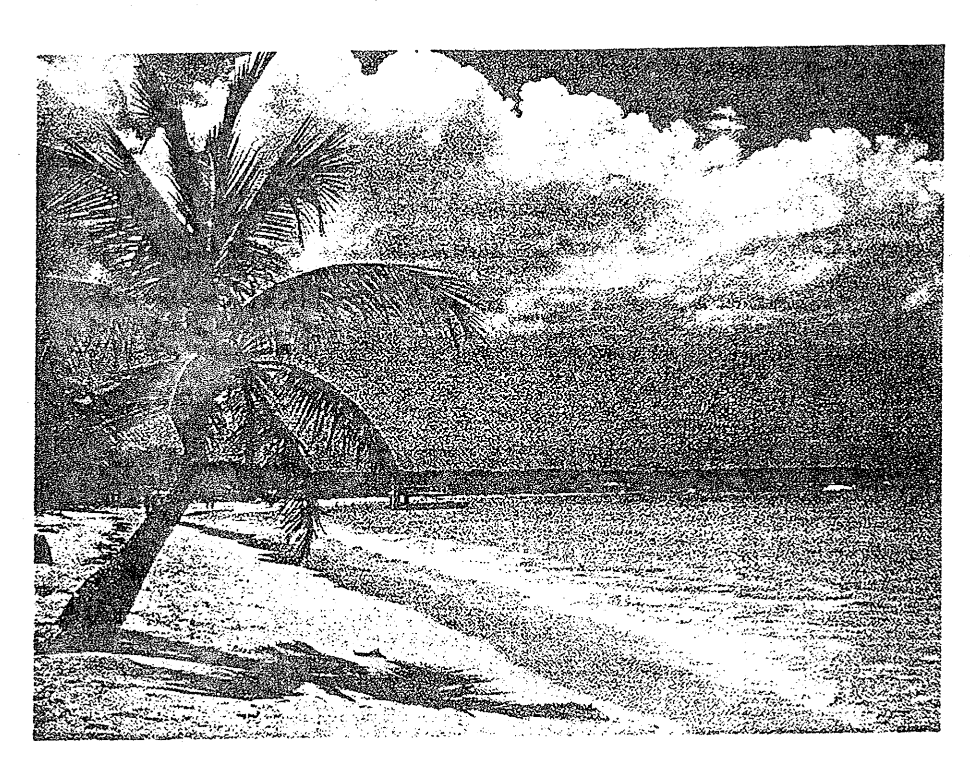
تستخدم هذه الطريقة للتخلص من المخلفات الخطيرة التى تنتج من المستشفيات مثلا ويمكن أن تؤدى إلى تلوث البيئة أن لم تحسن ادارتها.

(6) **طريقة الردم الصحى**

تتم فى المناطق الصحراوية البعيدة عن العمار والمناطق الاهله وذلك للتخلص من المخلفات الخطيرة.

(7) **طريقة تحويل القمامة إلى سماد عضوى بالكمر**

تنقل النفايات بالسيور ثم تنخل ويفرز المسترجع (الورق/ البلاستيك..) وتوضع النفايات المتبقية فى اسطوانة دواره وتخمر بعد ذلك فى مصفوفات هوائية على شكل أكوام كبيرة وتقلب وترش بالمياه بشكل دورى خلال فترة الكمر، ثم يتم نخلها للحصول على السماد العضوى الناعم.



البيئة

الفصل الثالث
معالجة تلوث الهواء

عند احتراق الوقود، مثل الفحم أو الخشب أو الزيت، تنتج دقائق الغبار أو جسيمات الاتربة *(Dust particles)* والتى تنتقل مع غازات الاحتراق إلى خارج الغلاية. تتكون هذه الجسيمات من فحم غير كامل الاحتراق. بالإضافة إلى جسيمات رماد الحديد والسيليكون وأكاسيد أخرى. تختلف كمية جسيمات الاتربة الناتجة تبعا لنوع الوقود المستخدم وأكثرها ينتج عند احتراق الفحم. والذى يسبب تلوثاً خطيرا للبيئة، ومن الضرورى تجميع الوقود فى بعض الصناعات واجراء عمليات التجفيف لاستعادة بعض المواد ذات القيمة طبقا للحاجة.

ويجب الا تزيد كمية جسيمات الاتربة المنبعثة عن الحد الاقصى سواء عند الحمل الكامل أو عند جزء من الحمل. كذلك يجب الحد من هذه الانبعاثات خلال فترات التخلص من السناج (1) *(Soot)*، بالإضافة إلى ذلك يجب أن تصمم المدخنة على اساس أقل سرعة مسموح بها للغازات. حيث أن الاتربة تتراكم على اسطح الفرن والمدخنة. وينطلق السناج المترسب إلى البيئة المحيطة، عادة تكون الاتربة المنبعثة فى صورة *(g dust/ m^3 gases)* أو *(g dust/ x fuel)*

كفاءة معدات تجميع الاتربة

يستخدم نوعين مختلفين من أرقام الكفاءة *(efficiency numbers)* فى تكنولوجيات تجميع الاتربة. تعرف الكفاءة الكلية لمعدات تجميع الاتربة بأنها النسبة بين كمية الاتربة المنفصلة والكمية الكلية للاتربة والمنقولة بالمعدات. تعنى الكفاءة الجزئية *(Fraction efficiency)* مدى جسيمات الاتربة المجمعة لحجم معين.

وتكون العلاقة بين الكفاءة الكلية (ζ *total*) والكفاءة الجزئية (ζ *fraction*) كالآتى

$$\zeta_{total} = \Sigma (\Delta a * \zeta_{fraction})$$

حيث Δa هى النسبة بين الاتربة الموجودة فى حجم معين إلى الكمية الكلية للاتربة.

---

(1) سناج : هو ناتج حرق الفحم أو الخشب الذى يتكون أساسا من الكربون المختلط مع نسبة من القار والاملاح والرماد.

تكنولوجيات معالجة تلوث الهواء

توجد تكنولوچيات متعددة لمعالجة وتخفيض تلوث الهواء، وتعتمد هذه التكنولوچيات على نسبة أو كمية تركيز الغازات أى كمية احتوائها على جسيمات من الملوثات (الجسيم *Particle* هو أصغر مقدار لا ذرى من المادة يمكن الحصول عليه).

تصنف الجسيمات المنبعثة (*Particulate emissions*) إلى :

- رماد متطاير (*Fly ash*)

عبارة عن رماد الوقود المحمل مع الغازات (أو هو نسبة المتبقى الغير قابل للاحتراق فى مادة عضوية وخاصة الوقود).

- المواد المتكاثفة *Condensed materials*

عبارة عن مركبات (مثل كبريتات ومكونات صوديوم) فى الصورة السائلة أو الصلبة عند درجات حرارة الانبعاث.

تصنف تكنولوچيات معالجة التلوث إلى :

(أ) مجمعات الاتربة *Dust Collectors*

(ب) المكثفات *Condensers*

(جـ) امتزاز *Adsorption*

(د) امتصاص *Absorption*

(هـ) طرق الاحتراق *Combustion methods*

وفيما يلى شرح لهذه الانواع.

أولا : مجمعات الاتربة *Dust Collectors*

تنقسم مجمعات الاتربة إلى :

(أ) مجمعات ميكانيكية (*Mechanical Collectors*)

مثل الأنواع الحلزونية (*Cyclones*)، ومقياس ڤنتورى (*Venturis*)

(ب) أجهزة غسيل الجسيمات الرطبة (*Wet Scrubbers*)

(جـ) المرسبات الكهروستاتيكية (*Electrostatic Precipitators*)

(د) المرشحات النسيجية (*Textile or fabric Filters*)

(أ) مجمعات ميكانيكية(*Mechanical Collectors*) أو (*Dynamic Collectors*)

من أمثلتها المجمع الحلزونى أو سيكلون (*Cyclone*)، ومقياس ڤنتورى (*Venturis*) وهو عبارة عن فرازة لفصل الغبار عن الغاز بتأثير القصور الذاتى والقوة الطاردة المركزية.

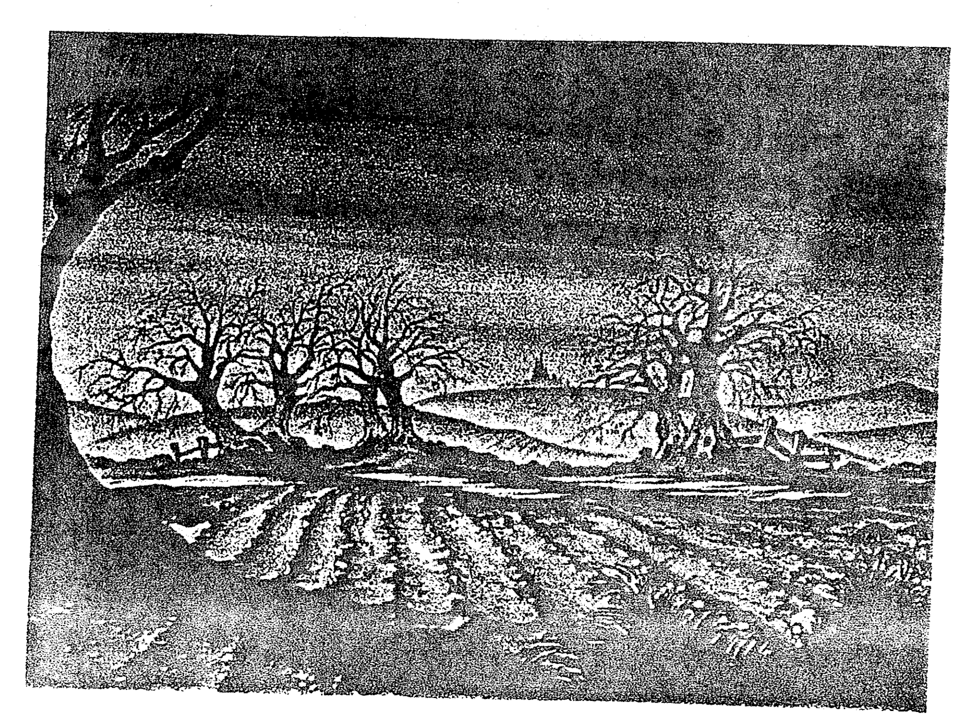
ويوضح شكل *(22 - 3)* الشكل العام لمجمع حلزونى متعدد نموذجي. ويبين شكل *(23 - 3)* مقطع لاحد أنواع السيكلون.

ويوضح شكل *(24 - 3)* الفكرة الاساسية لتشغيل الفاصل السيكلونى.

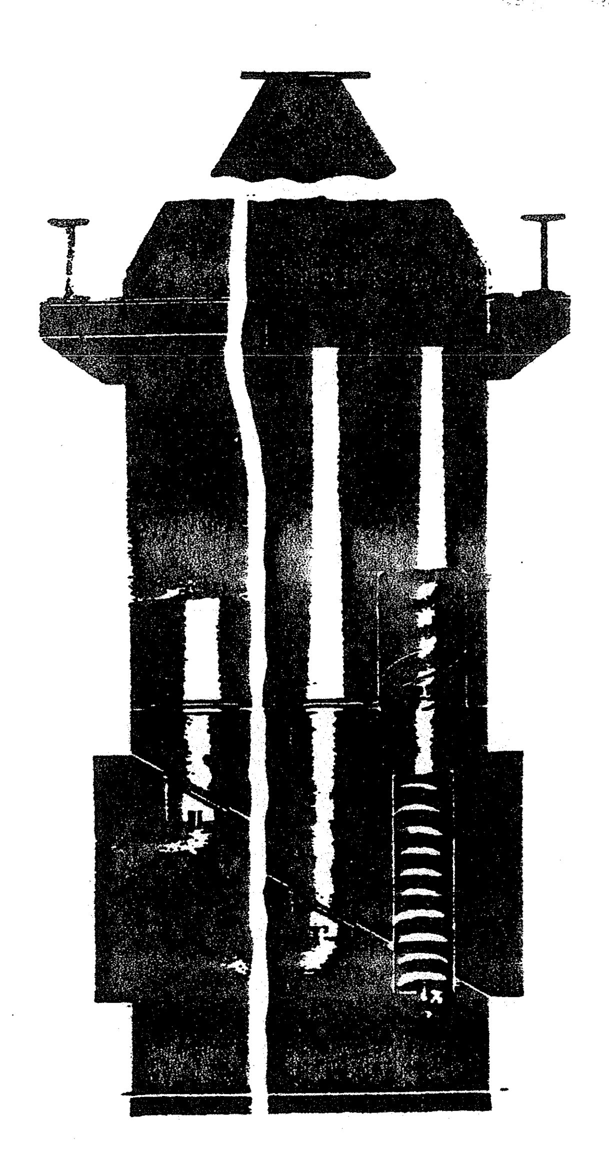
ويعتمد تصميم المجمع سيكلونى على العناصر الآتية : عدد وزاوية البوابات المحورية *(axil vanes)*، وسرعة دخول الغاز، واقطار الانابيب، ومكونات وتركيبة المواد.

فى مجمع الاتربة الحلزونى *(Cyclone)*، تتلامس الغازات الداخلة مع سطح المجمع. وتبعا لتصميم المجمع فأن الغازات تمر دائريا داخله. وبعض المجمعات تحتوى على هوايات لتساعد الغازات على المرور دائريا. ويدخل الغاز من أعلى المجمع ويبدأ فى الدوران. ويخرج الغاز رأسيا من قمة المجمع. كما تتأثر جزئيات الاتربة بالقوة الدافعة المركزية والتى تقذفها الى سطح المجمع ثم تسقط إلى اسفل وتجمع خارج المجمع.

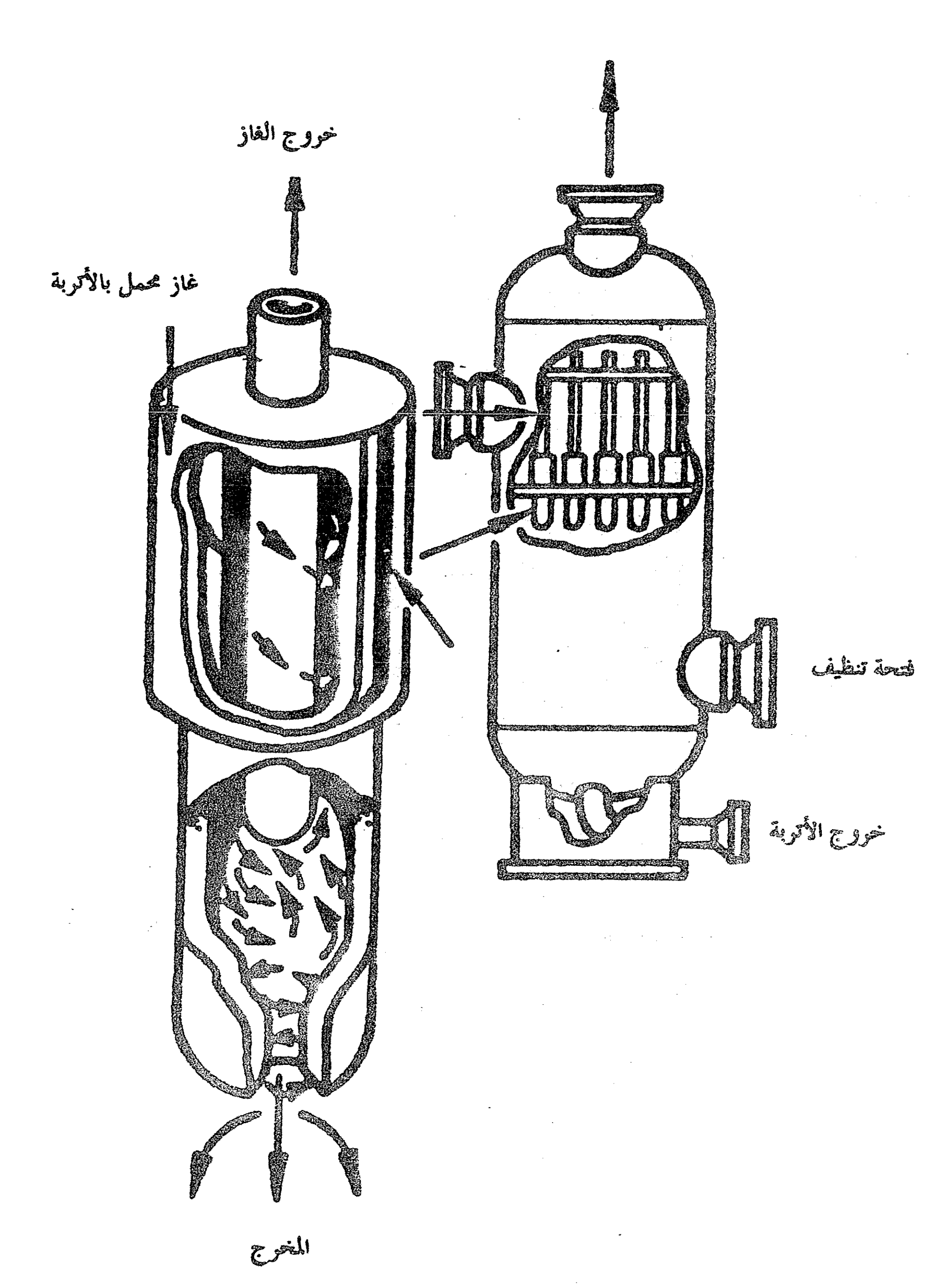
إذا كانت سرعة الغاز إشعاعية *(Radial Velocity)* تزيد كمية الاتربة المجمعة ويصغر قطر المجمع. وعلى ذلك فانه من الشائع تقسيم سريان الغاز الى مدى سريان أصغر مع استخدام وحدات تجميع متعددة متصلة على التوازى وهو ما يعرف بالسيكلون المتعدد *(multiple cyclone)*.



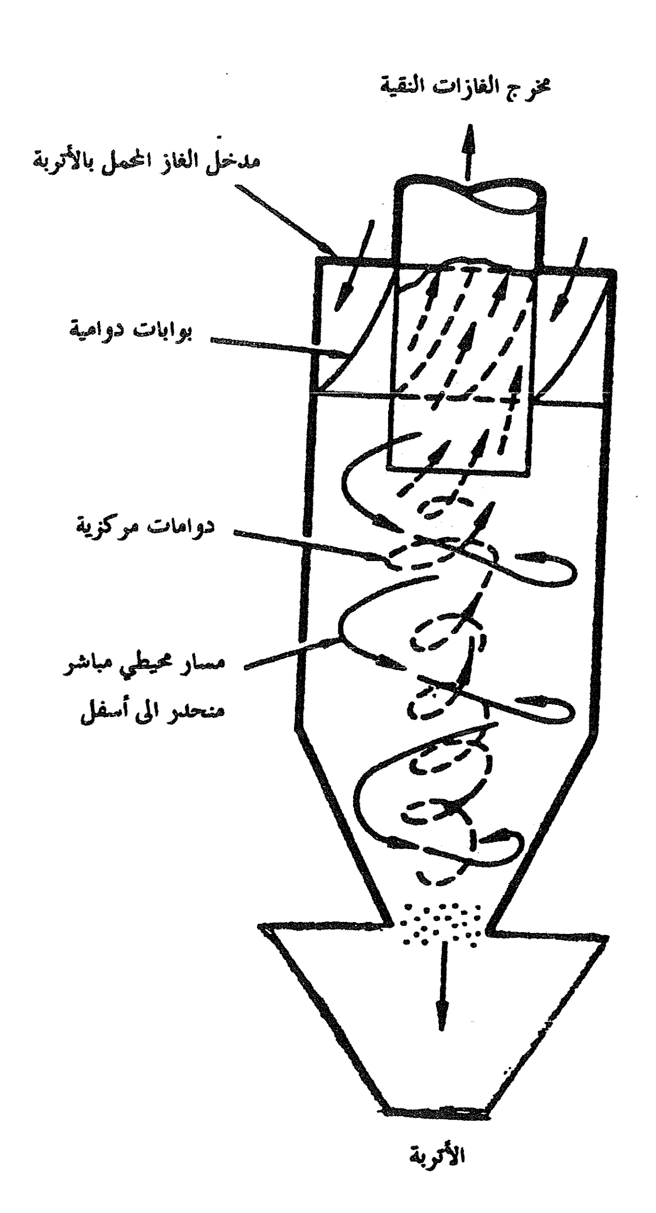
البيئة



شكل (22 – 3) مجمع حلزوني متعدد نموذجي



شكل (23 - 3) سيكلون



شكل (24 – 3) فكرة تشغيل الفاصل الحلزوني

وتزيد كمية الاتربة المجمعة بزيادة سرعة المدخل والتى تؤثر فى سرعة الدوران داخل المجمع. مع مراعاة أن السرعات العالية تؤدى إلى زيادة المخاطر والاحتكاكات.

ومن مميزات المجمعات الميكانيكية. تكلفة أولية منخفضة ـ تصميم بسيط ـ مدمج / صغير الحجم ـ صيانة بسيطة ـ اقتصادى.

ومن عيوبه : ذو كفاءة منخفضة خاصة للجسيمات الدقيقة كما يتأثر بالاحمال المتأرجحة للغلاية.

ويوضح شكل *(25 - 3)* منحنيات العلاقة بين كفاءة المجمعات الميكانيكية ومقياس الجسيمات.

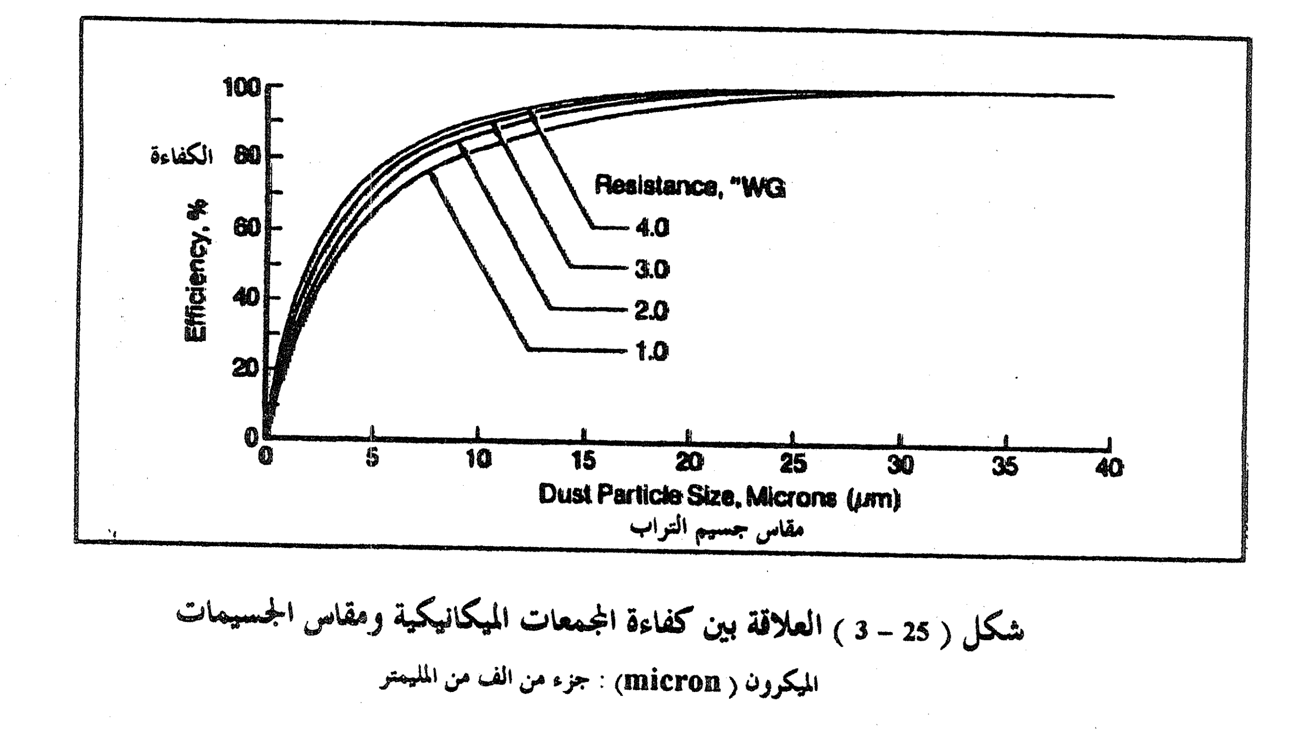
(ب) أجهزة غسيل أو تنقية الجسيمات الرطبه *(Wet Particulate scrubbers)*

الغسيل عبارة عن إزالة مكون ما (أو عدة مكونات) من خليط غازى بامراره صعودا وفى عكس اتجاه التدفق لسائل قادر على الامتصاص الانتقائى للمكون. ويوضح شكل *(3 26)* جهاز تنقية فنتورى نموذجى *(Venturi scrubber)* كما يوضح شكل *(27 - 3)* جهاز فنتورى ذى مرحلتين.

ومن مميزاته : التكلفة الأولية المنخفضة، عدم التأثر بدرجة الحرارة أو الرطوبة وصيانته بسيطة، ويمكن تعديله لتجميع SO_2. بينما من عيوبه : ظهور مشاكل التآكل وكيفية التخلص من النفايات السائلة ويعتمد تصميم هذه الأجهزة على النسبة بين السائل إلى الغاز ، وقيمة الانخفاض فى الضغط وسرعة الغاز والعلاقة بين سريان الغاز واتجاه الرذاذ واخيرا مكونات وتركيبة المواد.

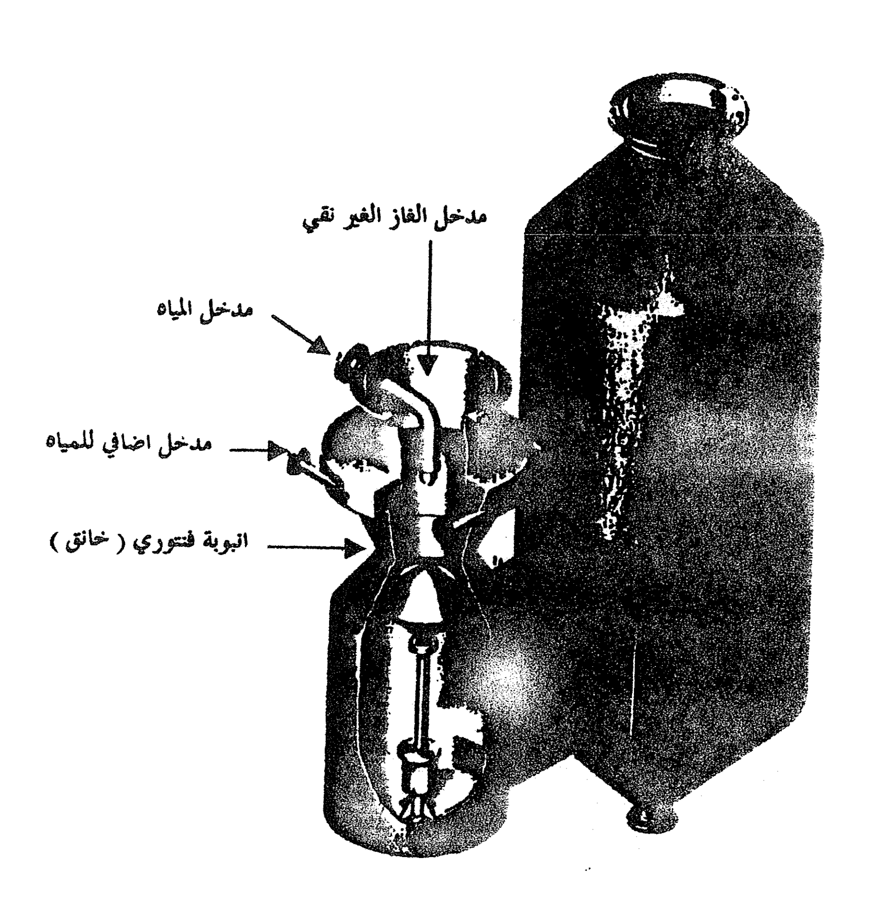
يعتمد تشغيل المجمع الرطب على دفع جسيمات الاتربة للتصادم مع قطرات مياه صغيرة جدا بالاضافة إلى تعرض الجسيمات لعدد كبير من الصدمات مع قطرات المياه.

ومن الأنواع الشائعة للمجمع الرطب جهاز الغسل أو التنقية *(Scrubber)* والموضح فى شكل *(28 - 3)*.

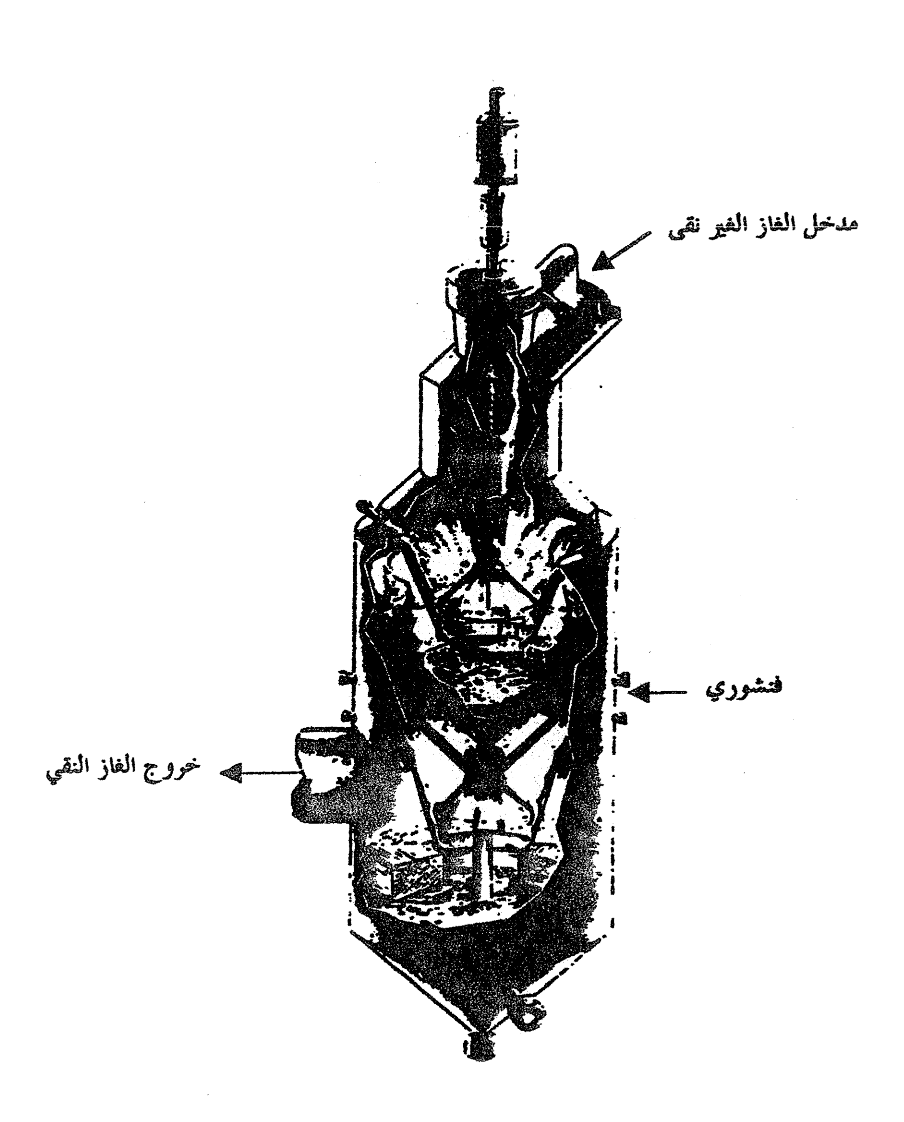


شكل (25 - 3) العلاقة بين كفاءة المجمعات الميكانيكية ومقاس الجسيمات

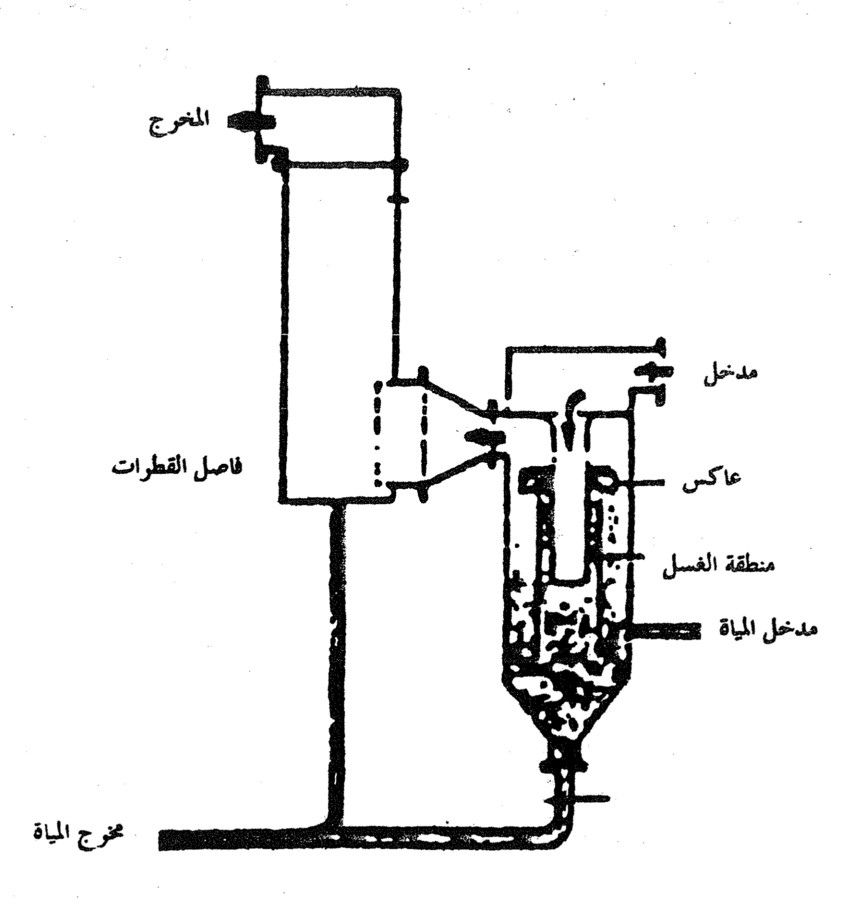
الميكرون (micron) : جزء من الف من المليمتر



شكل (26 – 3) جهاز فنتوري نموذجي



شكل (27 - 3) جهاز فنتوري ذو مرحلتين



شكل (28 - 3) جهاز غسل أو تنقية

حيث يصطدم الغاز الداخل مع سطح المياه ويجعلها أكثر تحركا ويتم عن طريق العاكس تغيير اتجاه سريان الغاز حيث يكون عند هذه المرحلة محتويا على المياه . وينتج عن التغير المفاجئ فى الاتجاه أن تصبح قطرات المياه صغيرة ومتتالية . وعندئذ تتعلق جسيمات الاتربة بقطرات المياه وتجمع فى فاصل القطرات *(Droplet separator)* للنوع الحلزونى .

أما فى النوع الفنتورى تمر الغازات، بمسار خانق، لزيادة سرعتها. تحقن المياه لحظيا على شكل قطرات مياه صغيرة . وتخلط جسيمات الاتربة بالمياه، ثم تفصل عن طريق فاصل القطرات .

(جـ) المرسبات الكهروستاتيكية *(Elecreostatic perecipitators)*

يعرف الترسيب *(Perecipitation)* بأنه تكون لمادة صلبة لا تذوب نسبيا فى محلول ما، نتيجة التفاعل الكيميائى .

ويتم الترسيب الكهربى باستخلاص الجسيمات الدقيقة جدا من تيار غازى بواسطة أقطاب جهد عالى (ڤولتية) .

يغذى المرسب من مصدر كهربى ومجموعة (موحد / محول) *(Rectifier / transformer)* كما فى شكل *(29 - 3)*

يوضح شكل *(30 - 3)* الفكرة الاساسية للمرسب الكهروستاتيكى والذى فيه يتم ترسيب جسيمات المواد الصلبة من الغازات التى تعلق بها تلك الجسيمات بشحنها كهروستاتيكيا، بينما يوضح شكل *(31 - 3)* أحد أنواع المرسبات الكهروستاتيكية .

ويعتمد تشغيل الفاصل الكهروستاتيكى على مرور جسيمات الاتربة المشحونة بفراغ يحتوى على شدة مجال عالية، وعليه تدفع الجسيمات الى قطب التجميع *(Collecting electrode)* . ويتكون الفاصل الكهروستاتيكى من انبوبة معدنية فى وضع رأسى والتى يمر بها الغاز من اسفل إلى أعلى . ويوجد سلك رفيع فى وسط الانبوبة . عندما يسلط جهد تيار مستمر عالى *(DC Voltoge)* سالب على السلك . تنتج شدة مجال حول السلك تؤدى إلى حدوث اصطدام أيونى يخلق ايونات موجبة للغاز *(Positive gas ions)* والكترونات *(Electrons)* حيث تنجذب الالكترونات إلى جزيئات الغاز المتعادل بينما تتحرك جسيمات الاتربة إلى حائط الانبوبة، أى إلى قطب التجميع الموجب . حيث يمكن التخلص من الاتربة بالاهتزاز الافقى للانبوبة أو بتدفق المياه عليها . ويكون سطح المجمع بشكل خاص للحفاظ على الاتربة على الرغم من مرور الغازات داخل الانبوبة .

كفاءة المجمع الكهروستاتيكى

يتم حساب كفاءة المجمع تبعا لمعادلة اندرسون *(Deutsch - Anderson)* الآتية:

$$\text{كفاءة المجمع} = 1 - e^{-\left(\frac{A w}{Q}\right)}$$

حيث

A= مساحة الاكترود للمجمع الفعلى.

Q = معدل سريان الغاز

w = سرعة النزوح أو معدل الترسيب.

كما يتم حساب سرعة النزوح *(Migration Velocity)* أو معدل الترسيب *(Percipitation rate)* من المعادلة الآتية :

$$w = \frac{a\,Eo\,Ep}{2\,\Pi\,\theta}$$

حيث

a = نصف قطر الجسيم

Eo = اجهاد المجال الذى عنده تكون الجسيمات مشحونة *(Strength of field in which particles are charged)*

E_p = اجهاد المجال الذى عنده تكون الجسيمات مجمعة

θ = سرعة الغازات المتسربة

(معامل مقاومة الاحتكاك *Frictional resistance Coefficient*)

يوضح شكل *(32 - 3)* العلاقة بين المقاومية الكهربائية *(Electrical resistivity)* بوحدات أوم - سم *(Ohm - cm)* للرماد المتطاير *(Fly ash)* ودرجة الحرارة *(F°)* لبعض المواقع الدولية.

بينما يوضح شكل *(33 - 3)* العلاقة بين معدل الترسيب W (بوحدات *Ft/ sec*) ومقاومية المجموعة المترسبة فى مرسبات الرماد المتطاير.

من خصائص مقاومية الرماد *(ash resistivity)* :

– تقيس مقدرة حمل سريان الرماد.

- تعتمد على التركيب الكيميائى للرماد عند درجة حرارة الجانب الساخن.
- يعتبر الصوديوم أغلب الشحنة المحملة.
- يعتبر الرماد ذو المقاومية المنخفضة أسهل للتجميع.

يوضح شكل *(34 - 3)*التركيب النموذجى للمرسب الكهربى والمصطلحات الفنية والذى يتكون من :

عدد *2* حجرة مرسب *(Chamber)*

عدد *12* قطاع *(Bus section)*

عدد *2* مصدر قدرة *(Power supply)*

عدد *3* حقول (مجال) *(Field)*

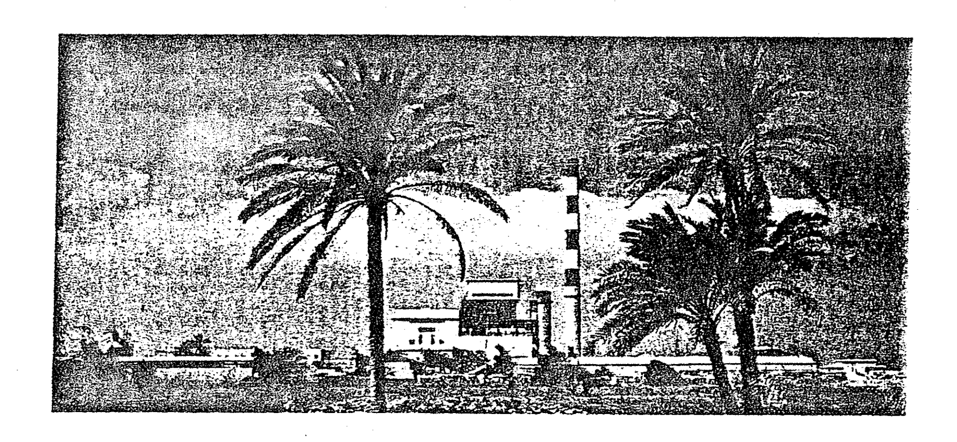
أنواع المرسبات الكهروستاتيكية

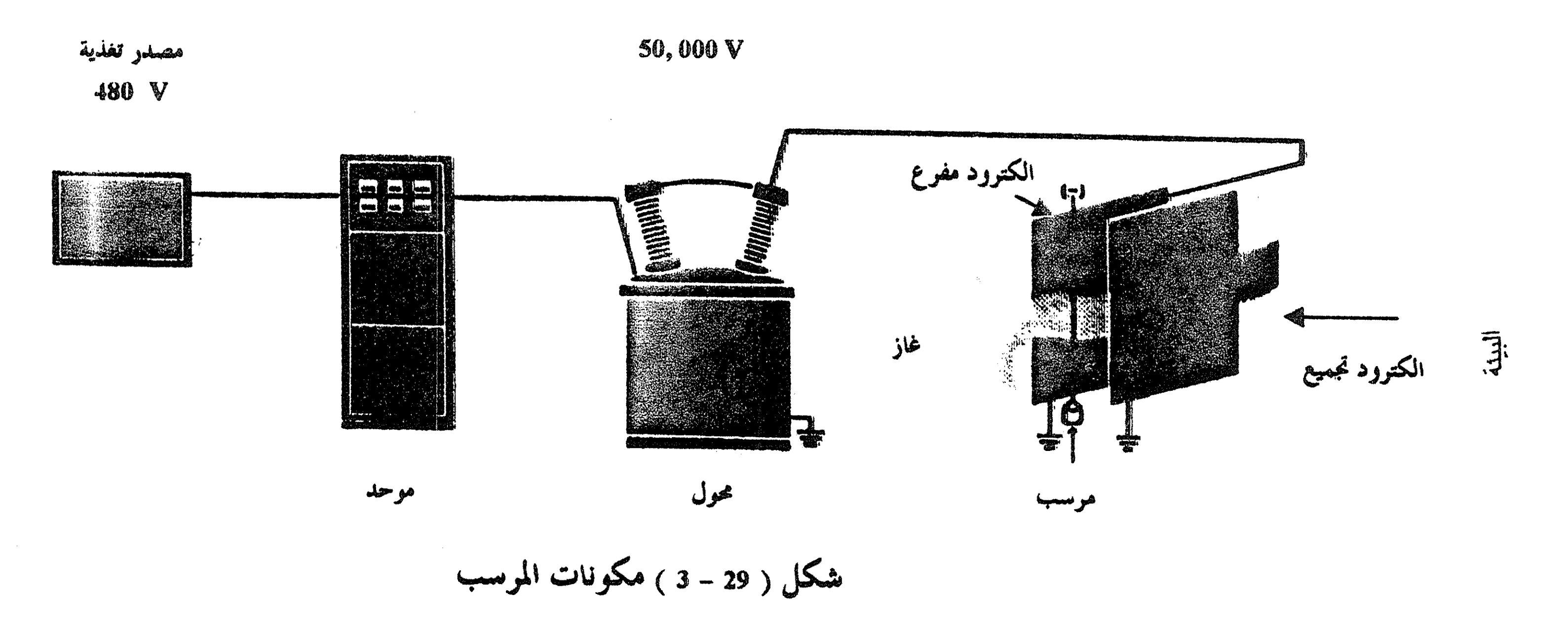
*(1)*مرسب كوترل ذو مرحلة واحدة *(Cottrell)* ، الموضح فى شكل *(35 - 3)* وهو عبارة عن جهاز استاتيكى كهربى يستخدم لاصطياد ذرات الدخان والغبار وقطيرات السوائل من تيار غازى يمر خلاله.

(2) مرسب ذو مرحلتين

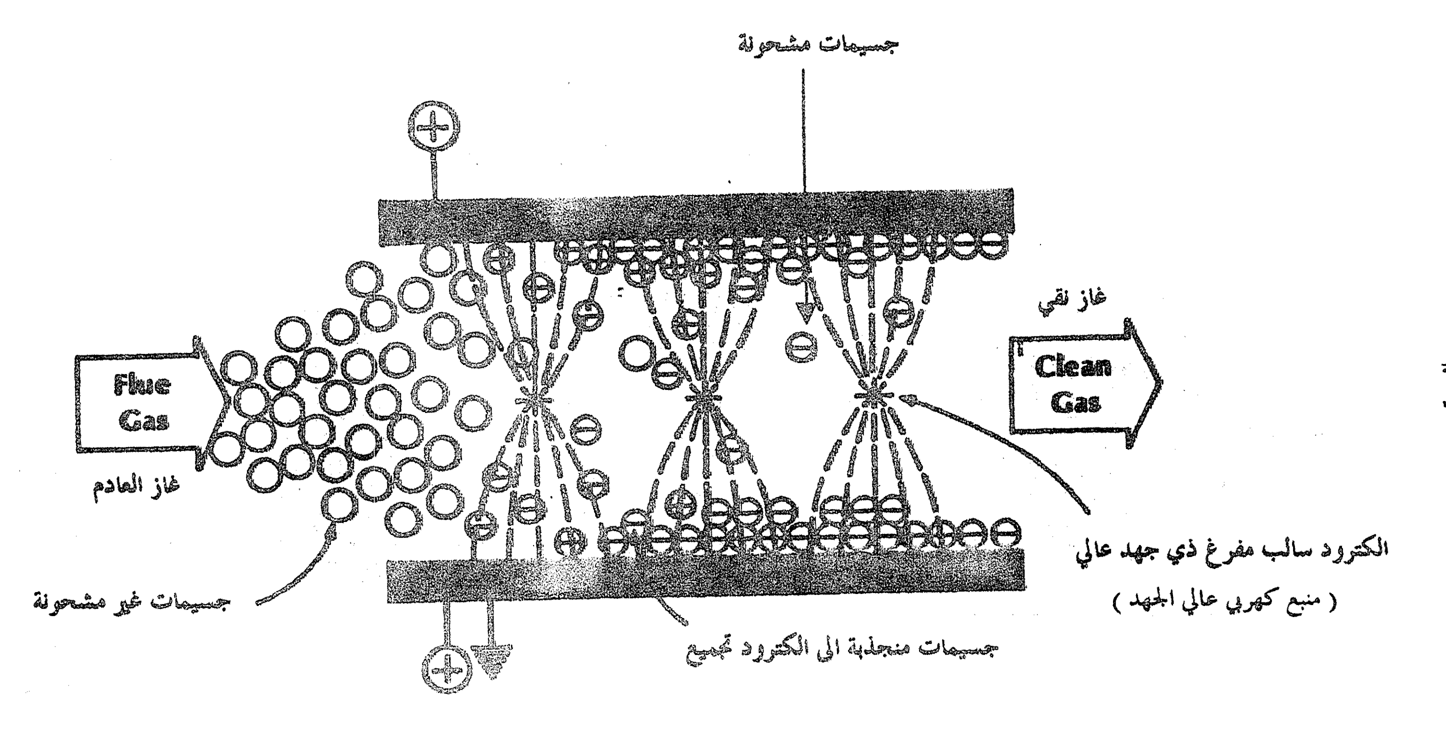
(3) مرسب ذو هالة موجبة *(Positive corona)*

(4) مرسب ذو هالة سالبة *(Negative corona)*

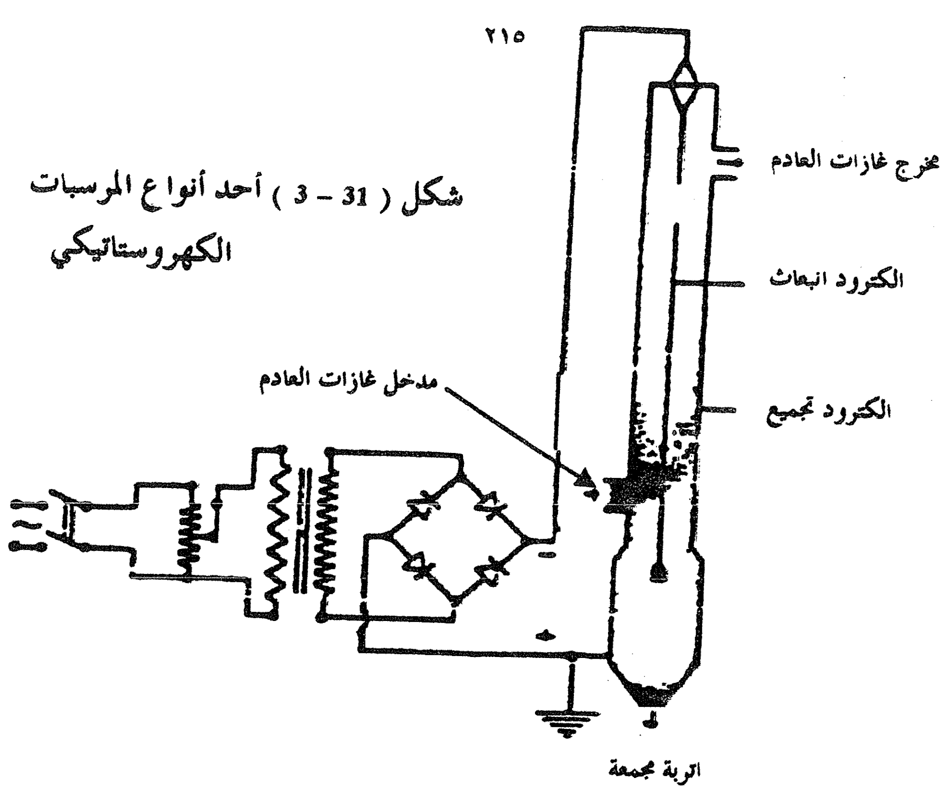




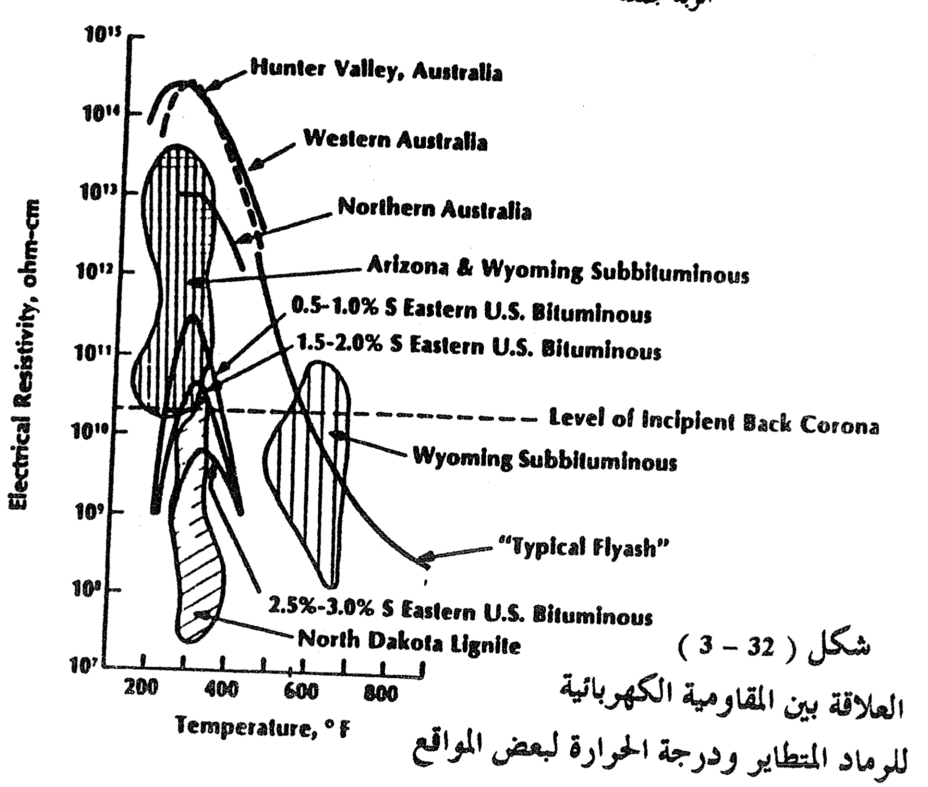
شكل (29 - 3) مكونات المرسب



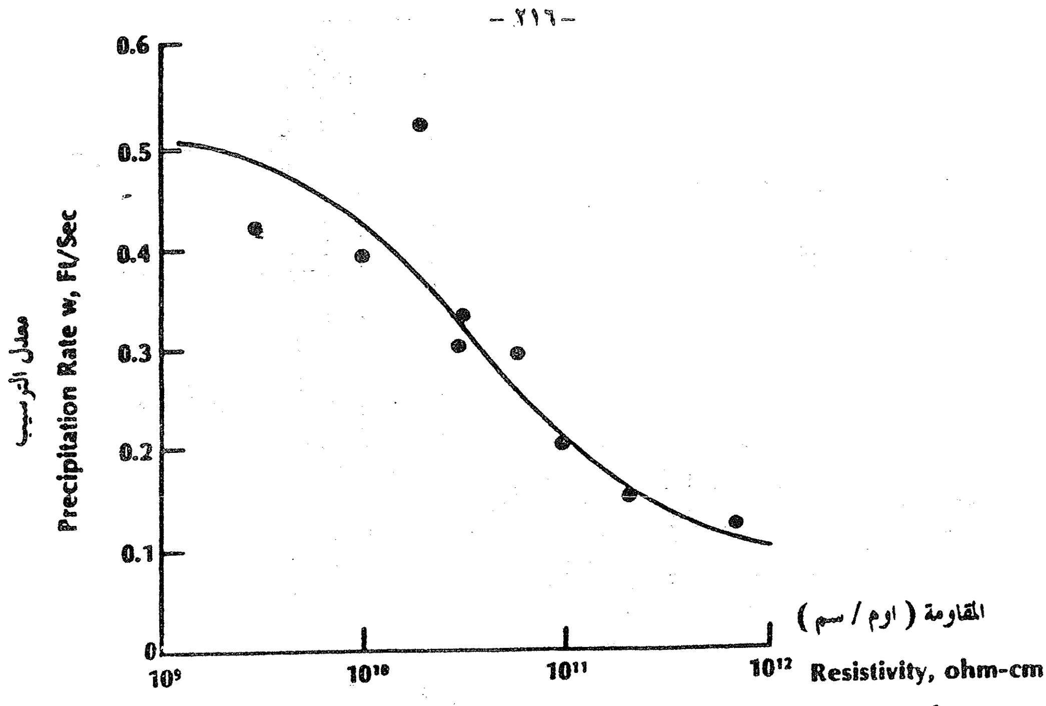
شكل (30 - 3) فكرة المرسب الكهروستاتيكي



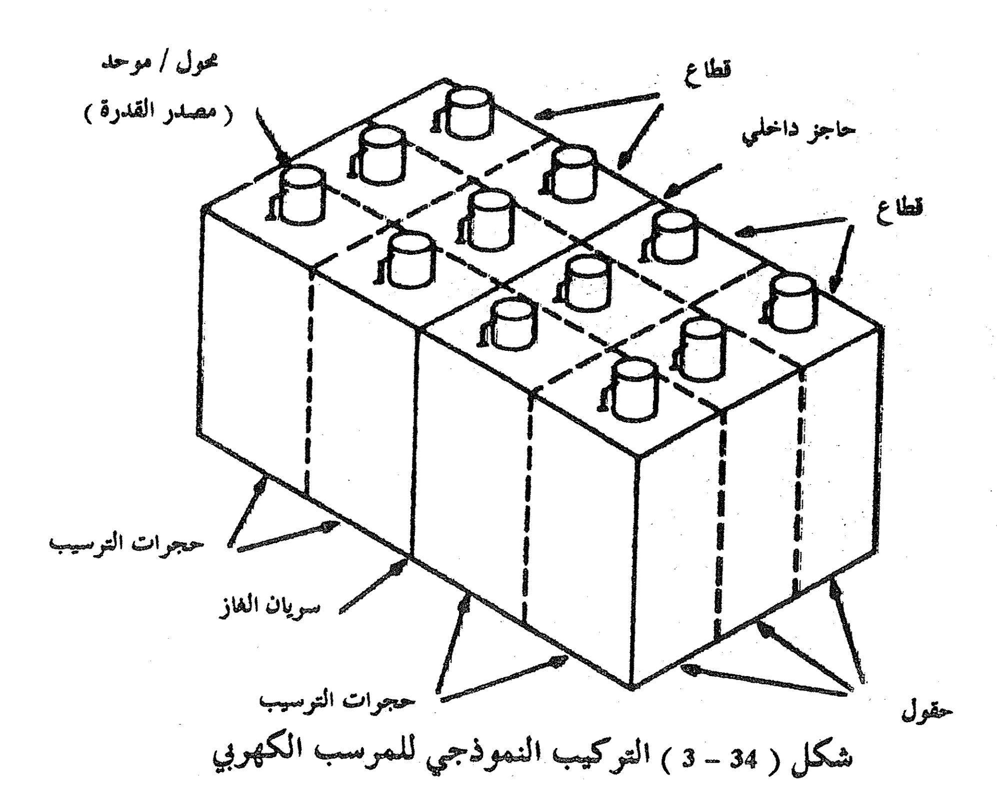
شكل (31 - 3) أحد أنواع المرسبات الكهروستاتيكي



شكل (32 - 3)
العلاقة بين المقاومية الكهربائية للرماد المتطاير ودرجة الحرارة لبعض المواقع



شكل (33 - 3) العلاقة بين معدل الترسيب ومقاومية مرسب الرماد المتطاير



شكل (34 – 3) التركيب النموذجي للمرسب الكهربي

وتصنف المرسبات إلى :

- تبعا للموقع فى الدورة *(Location in cycle)*:
  * الساخن قبل مسخن الهواء، درجة حرارة الغاز من *650 °F* إلى *850 °F*
  * البارد قبل مسخن الهواء، درجة حرارة الغاز من *250 °F* إلى *320 °F*
- تبعا لنوع الكترود الترسيب
  * الكترود على شكل سلك موزون *(Weighted Wire)*
  * الكترود على شكل هيكل صلب *(Rigid Frame)*

يوضح شكل *(36 - 3)* بعض انواع الكترودات المرسبات.

يوضح شكل *(37 - 3)* مكونات مرسب ذات سلك موزون.

الكترودات مفرغة ذات هيكل صلب *Rigid frame discharge electrodes*

من مميزاتها

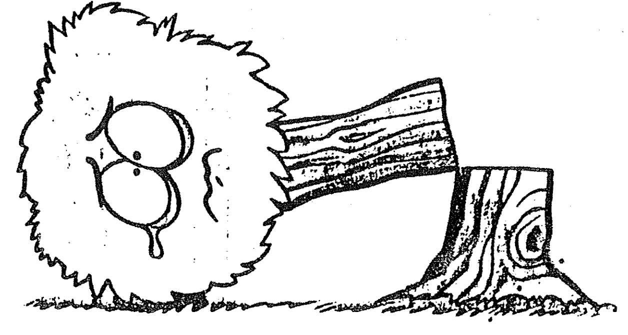
- أقل عرضه للكسر نتيجة تحديد طول سلك التأرجح الغير مدعم، وعدم وجود اهتزازات.
- يمكن تنظيفه بالطرق عليه.
- تكبير المسافة بين الالواح يسمح بقدرة مدخل أكثر.
- توجد ألواح تجميع ذات ارتفاعات عالية تصل إلى *50* قدم.

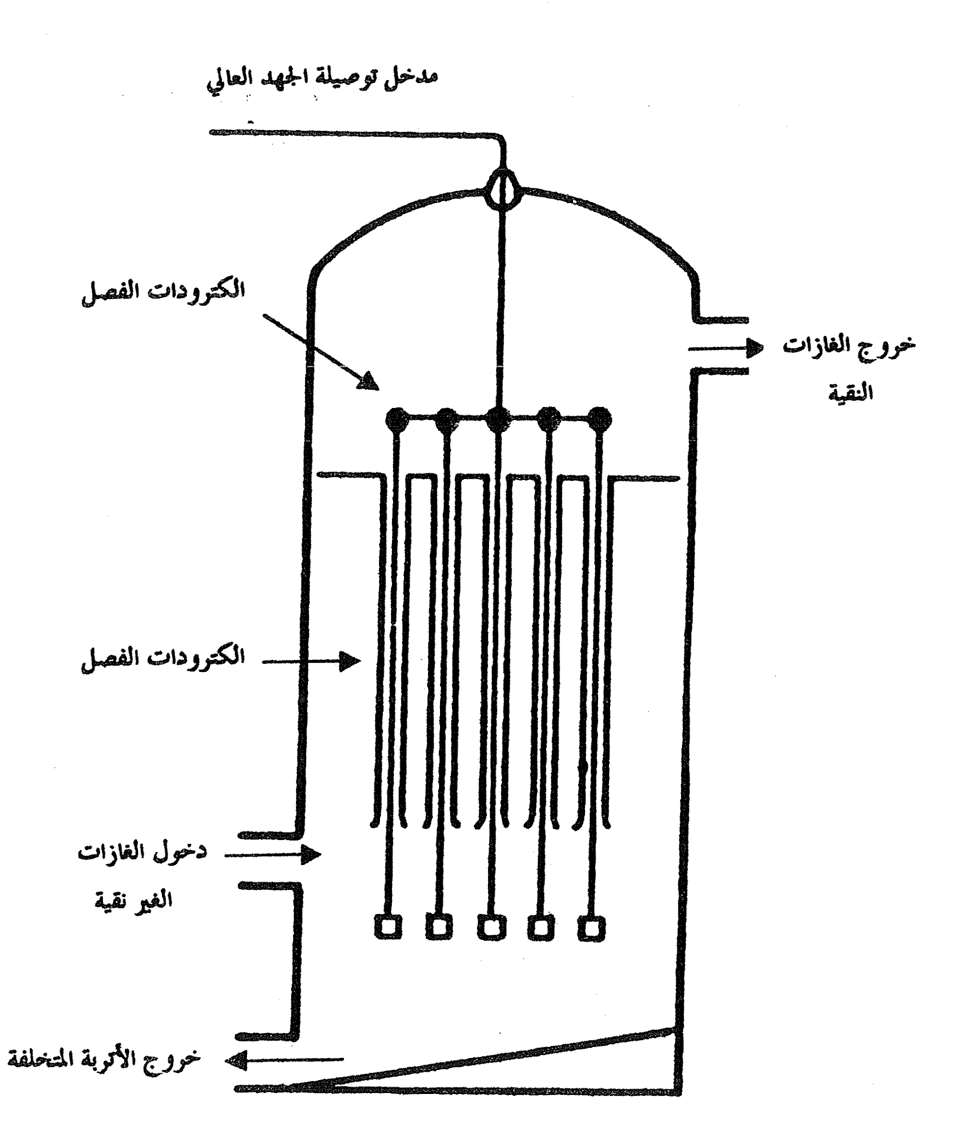
من عيوبها :

- صعوبة ضبط استقامة المحور لوجود انعطاف *(Warpage)* فى المرسب الساخن فى الشكل *(38 - 3)* الكترودات تجميع للمرسبات ذات الهيكل الصلب.

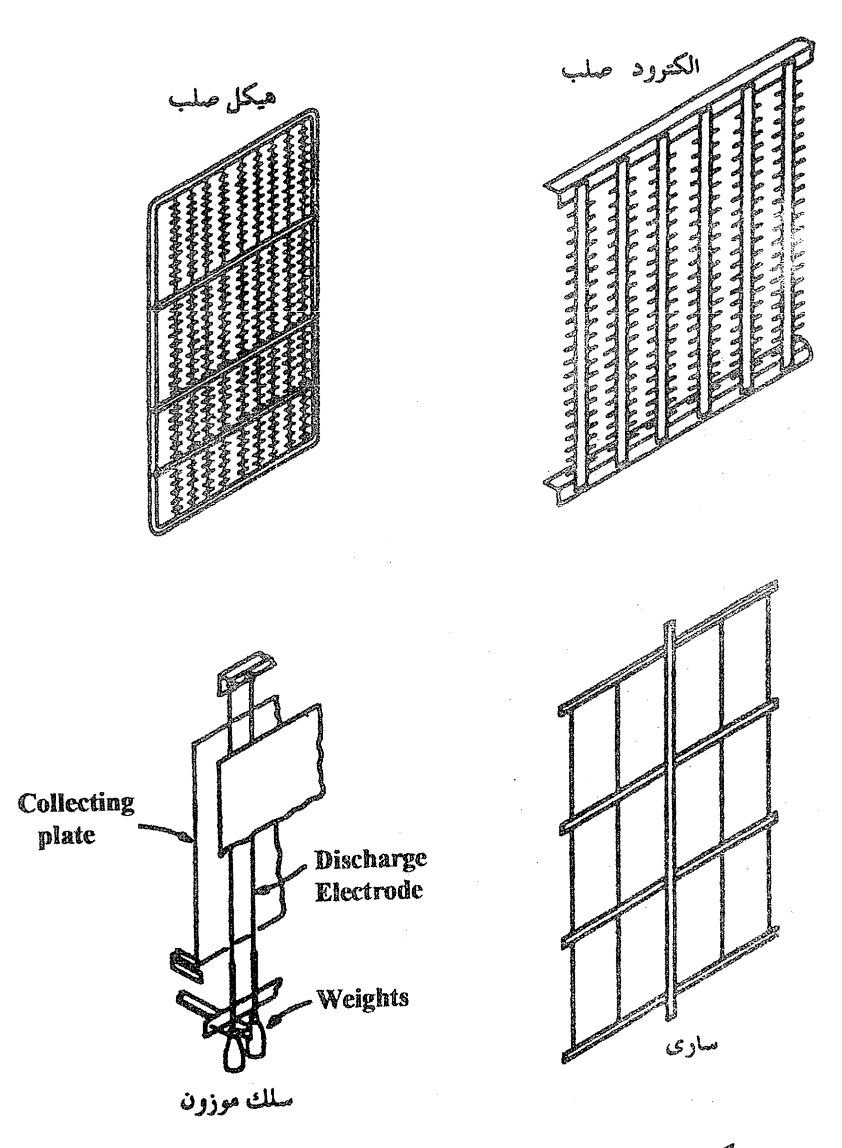
ويوضح شكل *(39 - 3)* مكونات مرسب ذات هيكل صلب

وتعتمد كفاءة تجميع المرسب على مساحة التجميع المحددة *(Specific collecting area)* للمرسب، ويتبين ذلك من العلاقة الموضحة بشكل *(40 - 3)*.

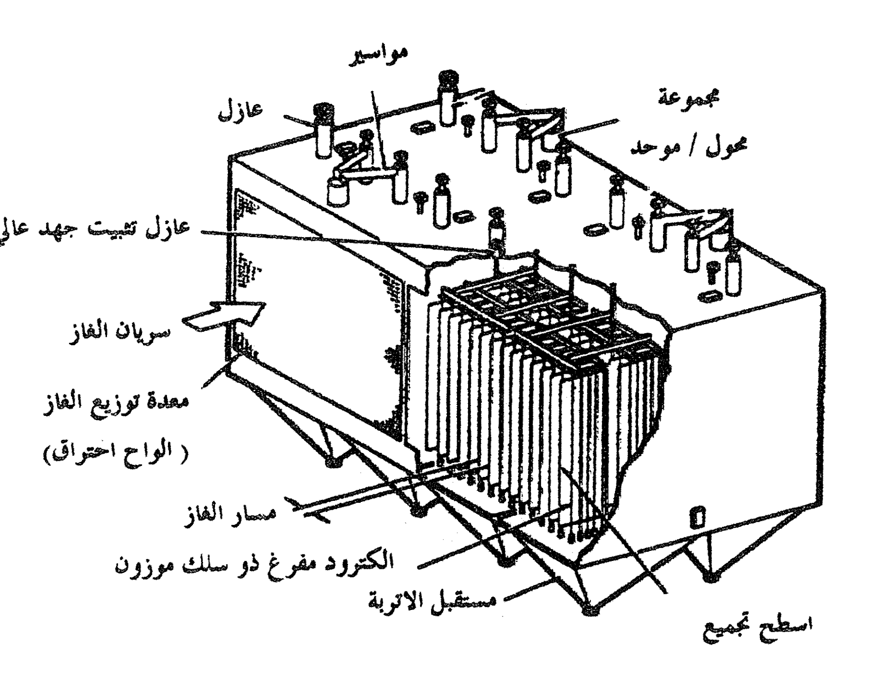




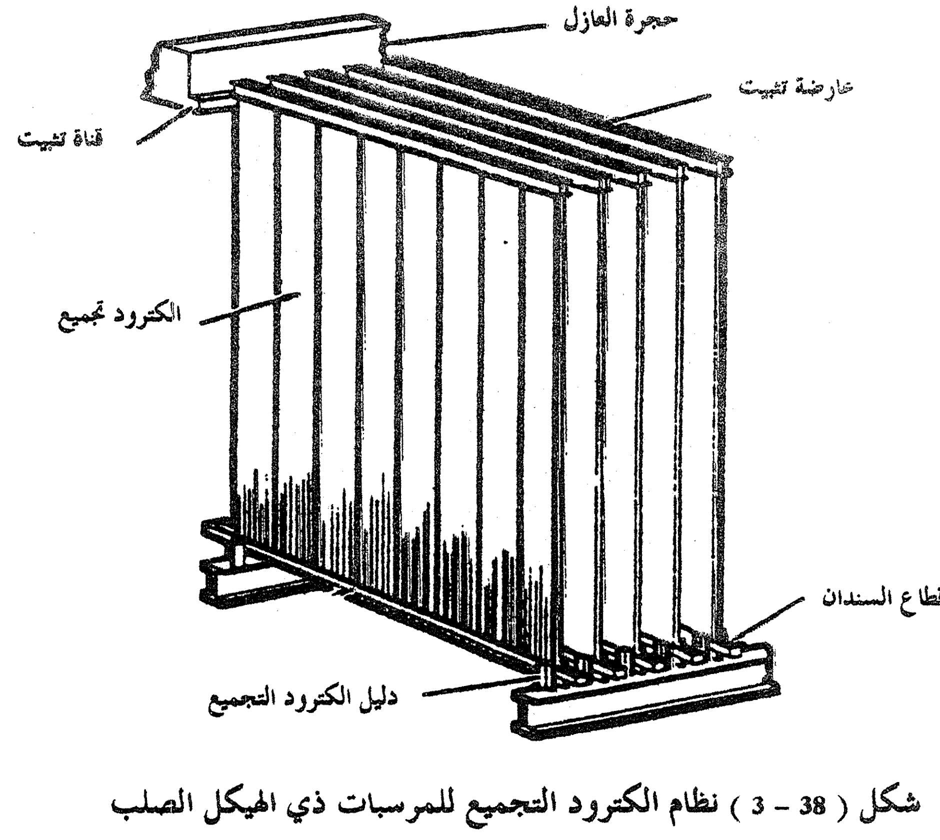
شكل (35 – 3) موسب كوترل



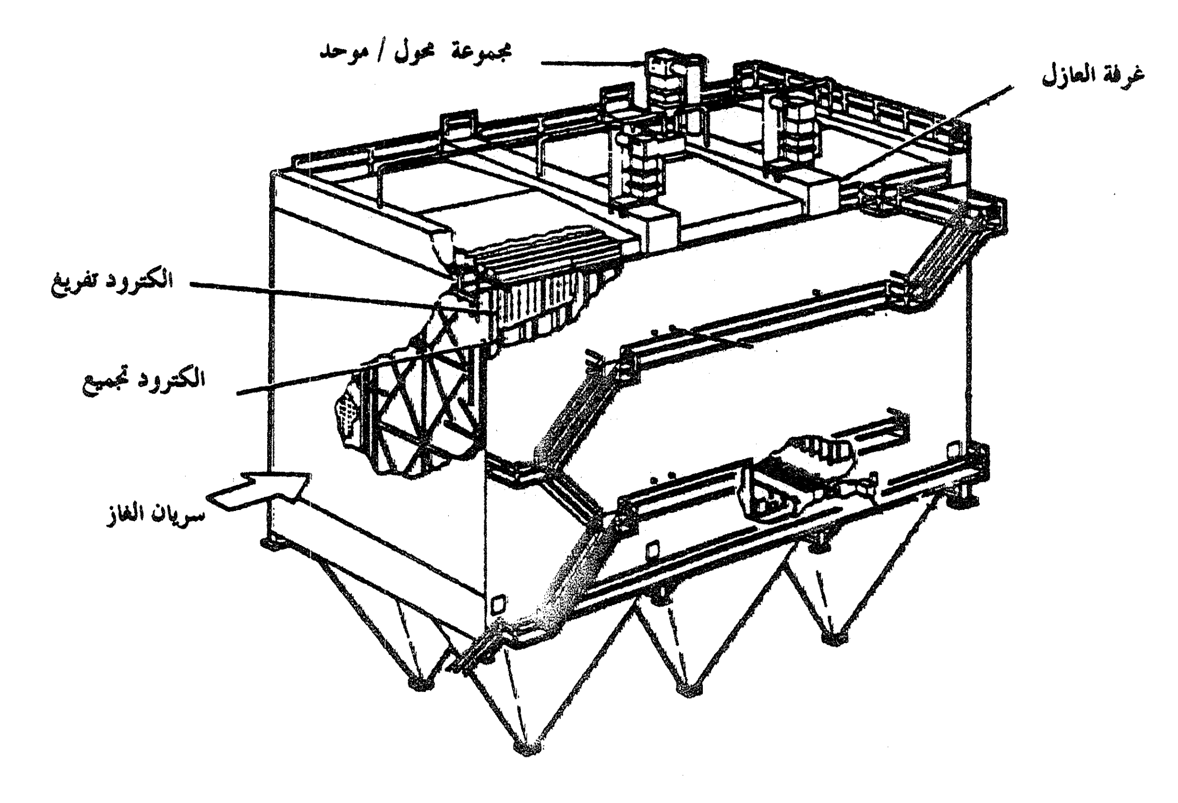
شكل (36 – 3) بعض أنواع الكترودات المرسبات



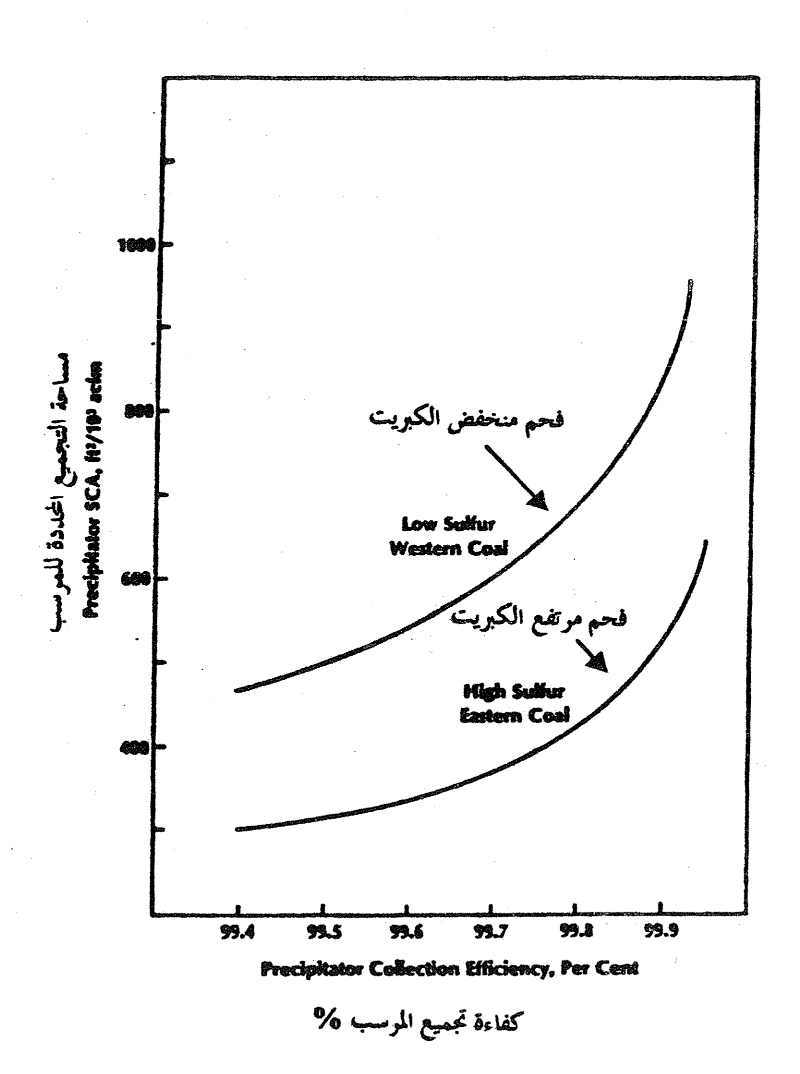
شكل (37 – 3) مرسب من النوع ذي السلك الموزون



شكل (38 - 3) نظام الكترود التجميع للمرسبات ذي الهيكل الصلب



شكل (39 - 3) مرسب من النوع ذى الهيكل الصلب



شكل (40 - 3) العلاقة بين مساحة التجميع المحددة للمرسب وكفاءة تجميع المرسب

(د) المرشحات النسيجية *(Textile or fabric filters)*

هذه المرشحات عبارة عن معدة لتنقية الهواء أو الغاز من الاتربة العالقة به اثناء مروره خلال عناصر ترشيح نسيجية، يحتوى عليها المرشح. يعتمد تصميم المرشح على : طريقة التنظيف، نوع ومقاس النسيج، عدد اكياس التجميع (داخلية أو خارجية).

تصنف المرشحات النسيجية إلى

– تجميع داخلي *inside collection*

(1) تنظيف بالهواء العكسى، كما فى شكل *(41 - 3)*

(2) تنظيف بالاهتزاز، كما فى شكل *(42 - 3)*

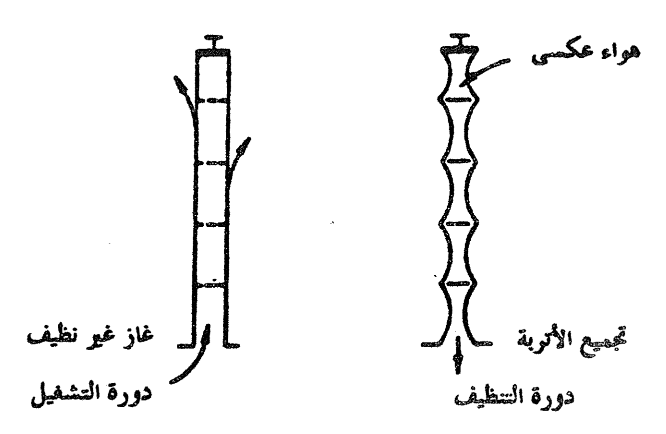
– تجميع خارجي *Outside collection* وفيه يتم التنظيف بتدفق النبضه، كما فى شكل *(43 - 3)* ومن الأنواع شائعة الاستخدام كيس مرشح الاتربة *(dust filter bag)* حيث يتكون المرشح من عدد من الاكياس المرنة الموضوعة أفقيا أو من الانابيب المصنوعة من نسيج شبكلى محكم.

تسحب الغازات الى الاكياس ثم تخترق النسيج. تجمع جسيمات الاتربة من الانسجة بطريقة المنخل *(Sieving)* وبتأثير القصور الذاتى والانتشار. تنظف الاكياس بالاهتزاز حتى تفصل الاتربة، أو تنظف بالنفخ. يوضح شكل *(44 - 3)* مرشح ذا اكياس.

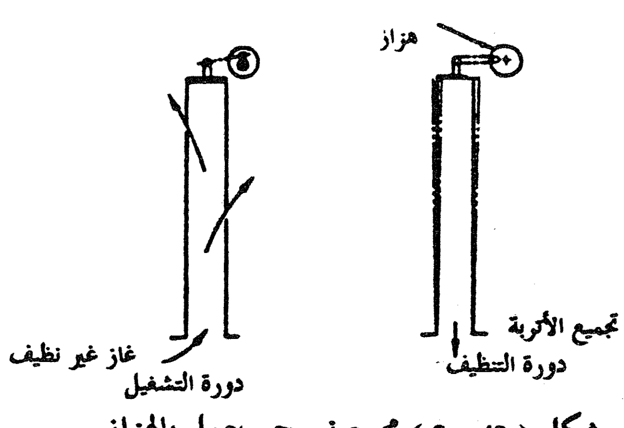
يوضح شكل *(45 - 3)* مرشح اتربة يحتوى على عناصر ترشيح رأسيه مسطحه، تزال المواد الصلبة بهز مجموعة العناصر ميكانيكيا أو يدويا. بينما يبين شكل *(46 - 3)* مرشح أتربة ينظف آليا بعكس سريان الهواء.

تتراكم الاتربة على النسيج الزجاجي باشكال مختلفة كما فى شكل *(47 - 3)*

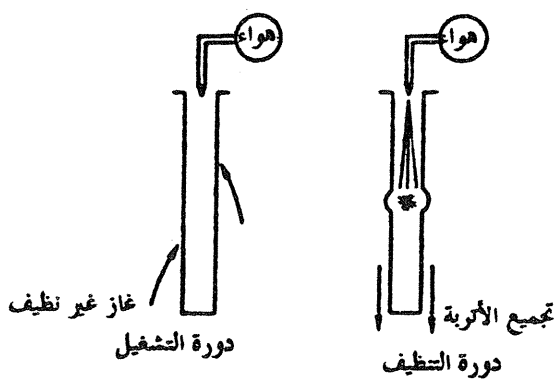
تتكون مراحل نظام المرشح النسيجى البسيط من : ترشيح، تنظيف، صيانة وهذا ما يوضحه شكل *(48 - 3)* بينما نجد فى *(49 - 3)* الشكل العام لمرشح نسيجى ينظف بالهواء العكسى.



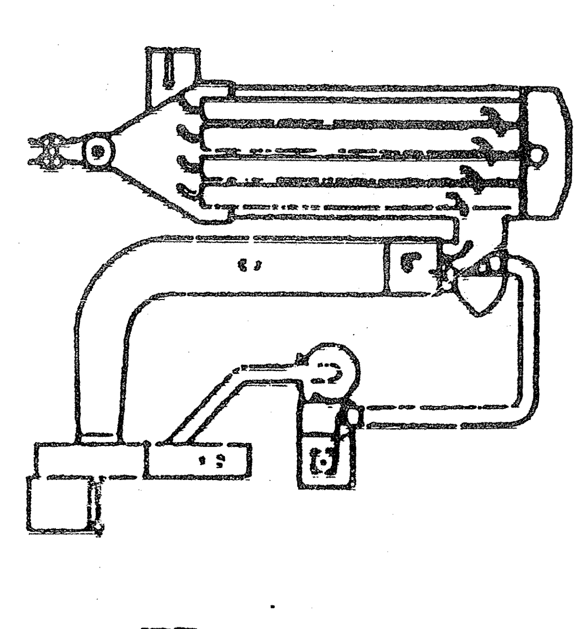
شكل (41 – 3) مجمع نسيجي يعمل بالهواء العكسي

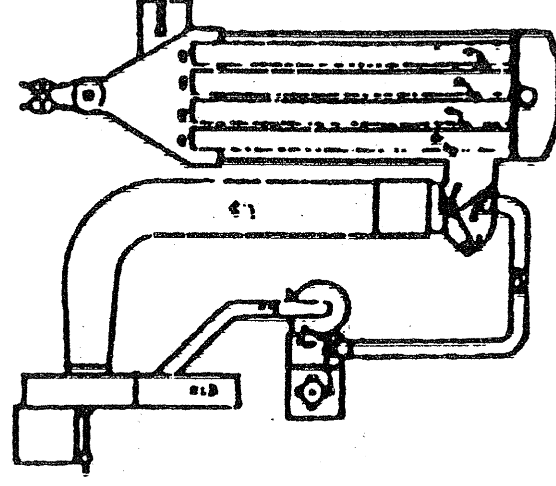


شكل (42 – 3) مجمع نسيجي يعمل بالهزاز

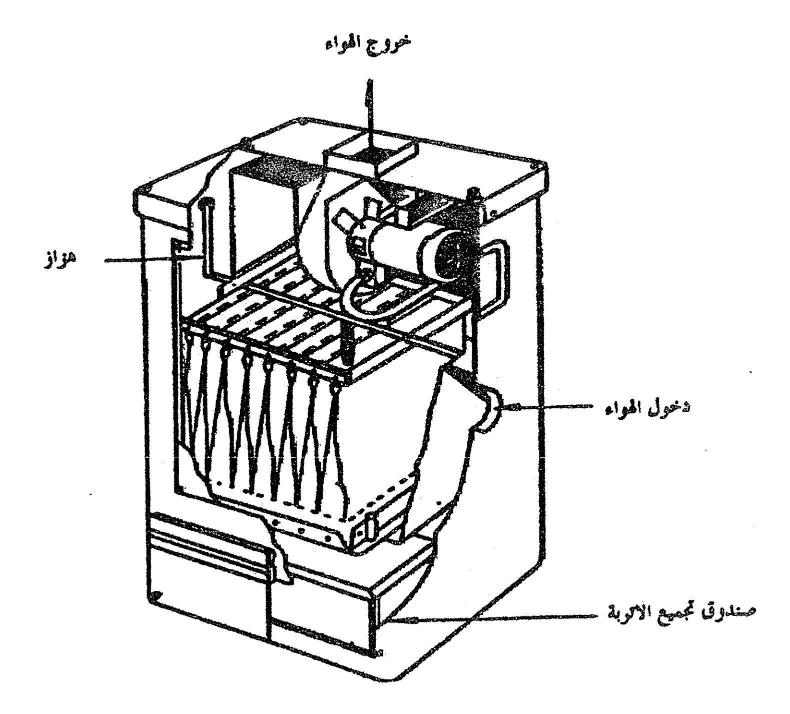


شكل (43 – 3) مجمع نسيجى يعمل بتدفق النبضة

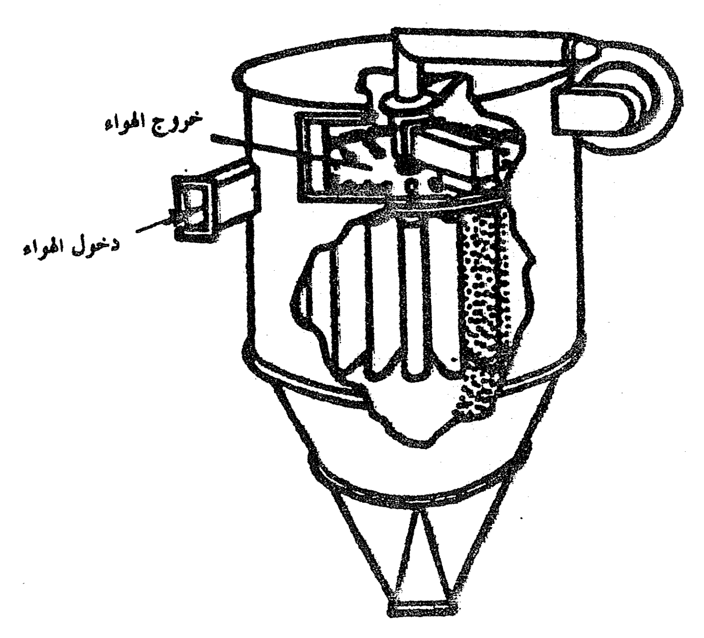




شكل (44 - 3) مرشح أتربة من النوع ذي الأكياس

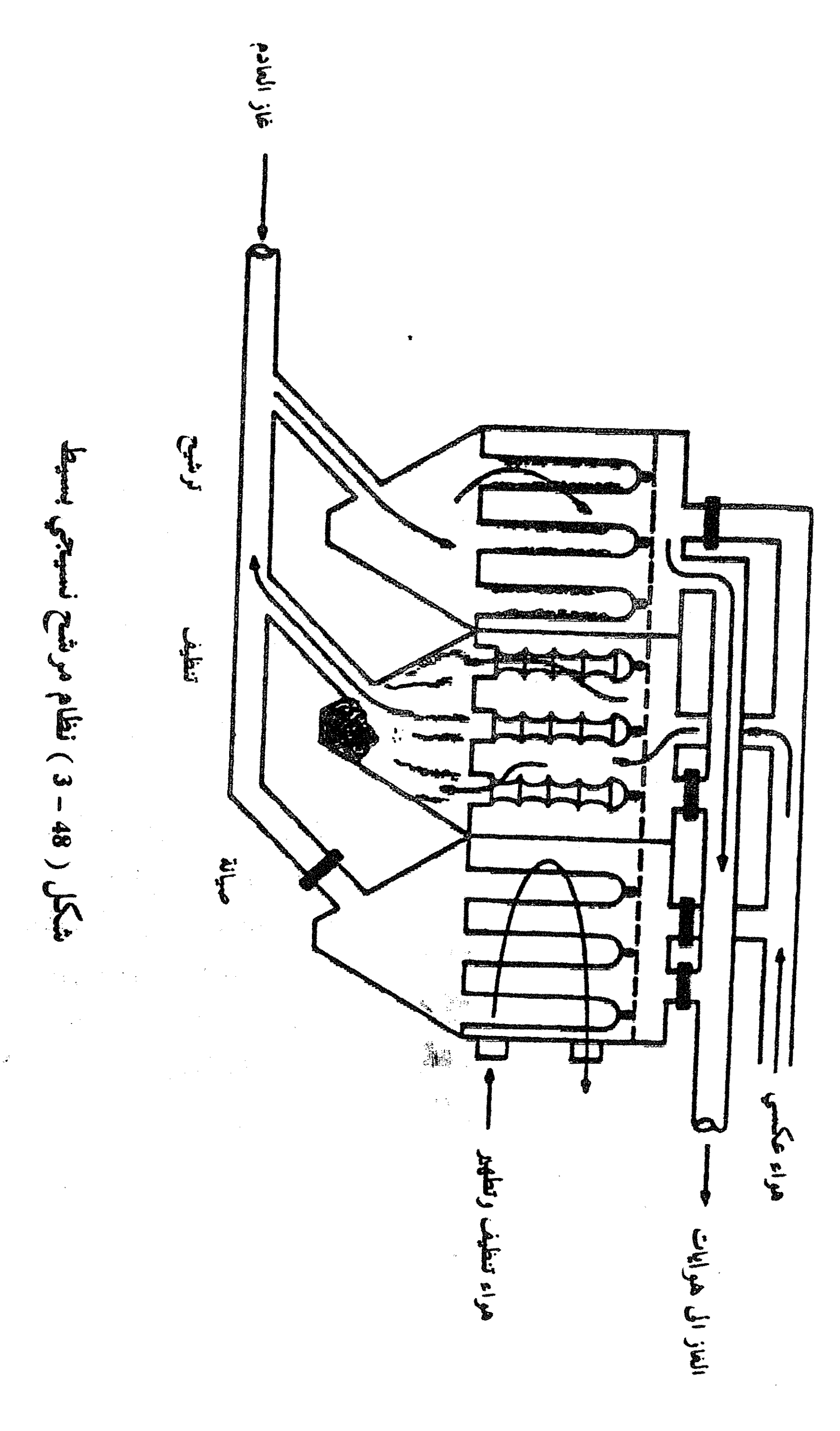


شكل (45 - 3) موشح اتربة يحتوي على عناصر توشيح راسية مسطحة



شكل (46 - 3) موشح اتربة ينظف آليا بعكس سريان الهواء

شكل (47 – 3) تراكم الأتربة على النسيج الزجاجي



شكل (48 - 3) نظام مرشح نسيجي بسيط

أنواع الأنسجة الصناعية المستخدمة

- مرشحات الهواء العكسى

* تستخدم الياف زجاجية منسوجة (Woven Fibre glass). الالياف الزجاجية هى الياف تصنع من الزجاج وتستخدم لاغراض مختلفة منها كعامل تقوية للبلاستيك الرقائقى، وعازلا كهربيا، ووسط ترشيح للسوائل الاكالة وللاتربة.

- مرشحات الهزازات

* الياف زجاجية منسوجة.

* البوليستر (Polyester) هو الياف مخلقة تحتوى على مالا يقل عن 85% حمض التيرفيثاليك (Terphithalic acid) وكحول ثنائى الهيدروكسيل (dihydroxide alchol) .

- مرشحات تدفق النبضة

* الياف زجاجية ملبدة (Felted Fibre glass)

* ريتون (Ryton)

أحجام المرشحات النسيجية

* النسبة بين الهواء إلى النسيج (Air - to - cloth ratio)

حجم الغاز لكل قدم مربع نسيج

$Gas / ft^2 = 2 : 1 \text{ to } 4 : 1$

* طول الكيس (Bag length)

من 14 إلى 33 قدم طول

* قطر الكيس (Bag diameter)

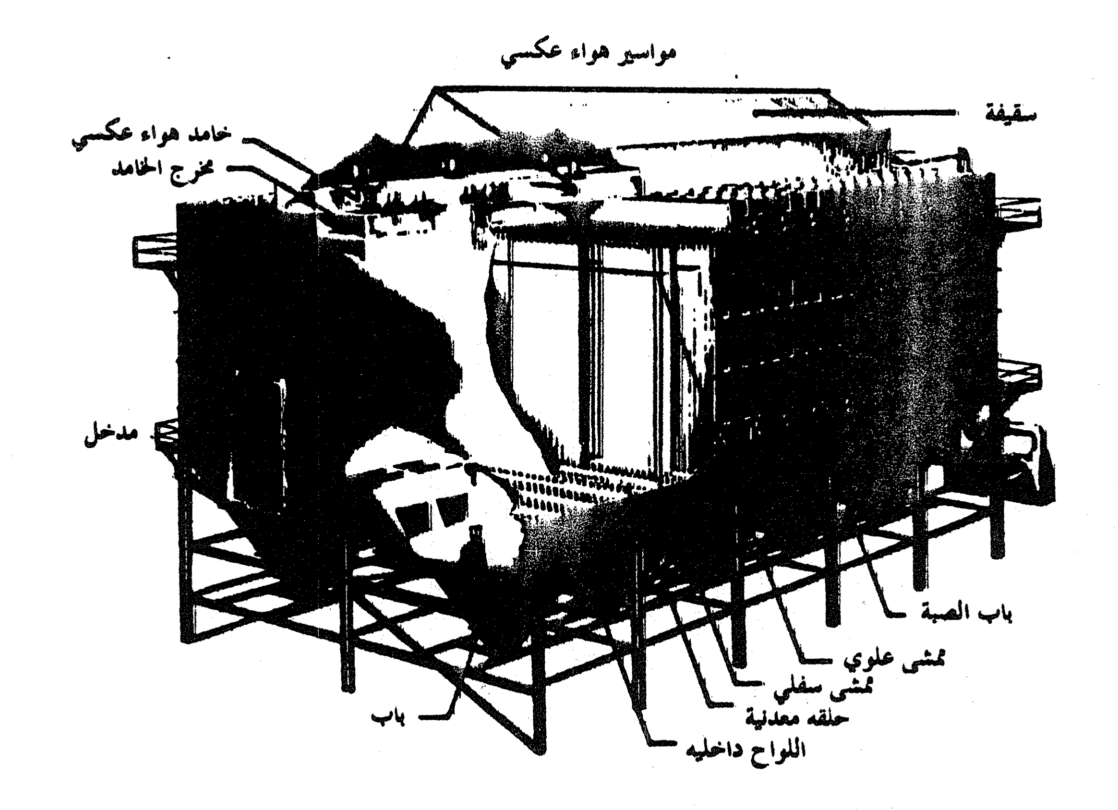
من 6 إلى 12 بوصة

* كيس مناولة (Bag reach)

(داخل المجمعات)

2 أو 3 أو 4 كيس مناولة

يوضح جدول (8 - 3) أحجام أنواع المرشحات النسيجية.



شكل (49 - 3) مرشح نسيجي ينظف بالهواء العكسي

جدول (8 - 3) أحجام أنواع المرشحات النسيجية

نوع المرشح النسيجى	نسبة الهواء إلى النسيج	طول الكيس قدم	قطر الكيس قدم	عدد الكياس المناولة
منظف هواء عكسى	2 : 1	33	12	3
منظف هزاز	2.5 : 1	14	8	3
منظف تدفق النبضة	4 : 1	14	8	-

يوضح شكل (50 - 3) منحنيات للعلاقة بين قطر جسيمات الرماد المتطاير والكفاءة لانواع مجمعات الاتربة المختلفة (مرشح نسيجى ـ منقيات الجسيمات ـ مرسبات ـ سيكلون)

بينما يوضح شكل (51 - 3) العلاقة بين حدود الجسيمات المنبعثة وزيادة التكلفة الكلية السنوية لانواع مجمعات الاتربة المختلفة.

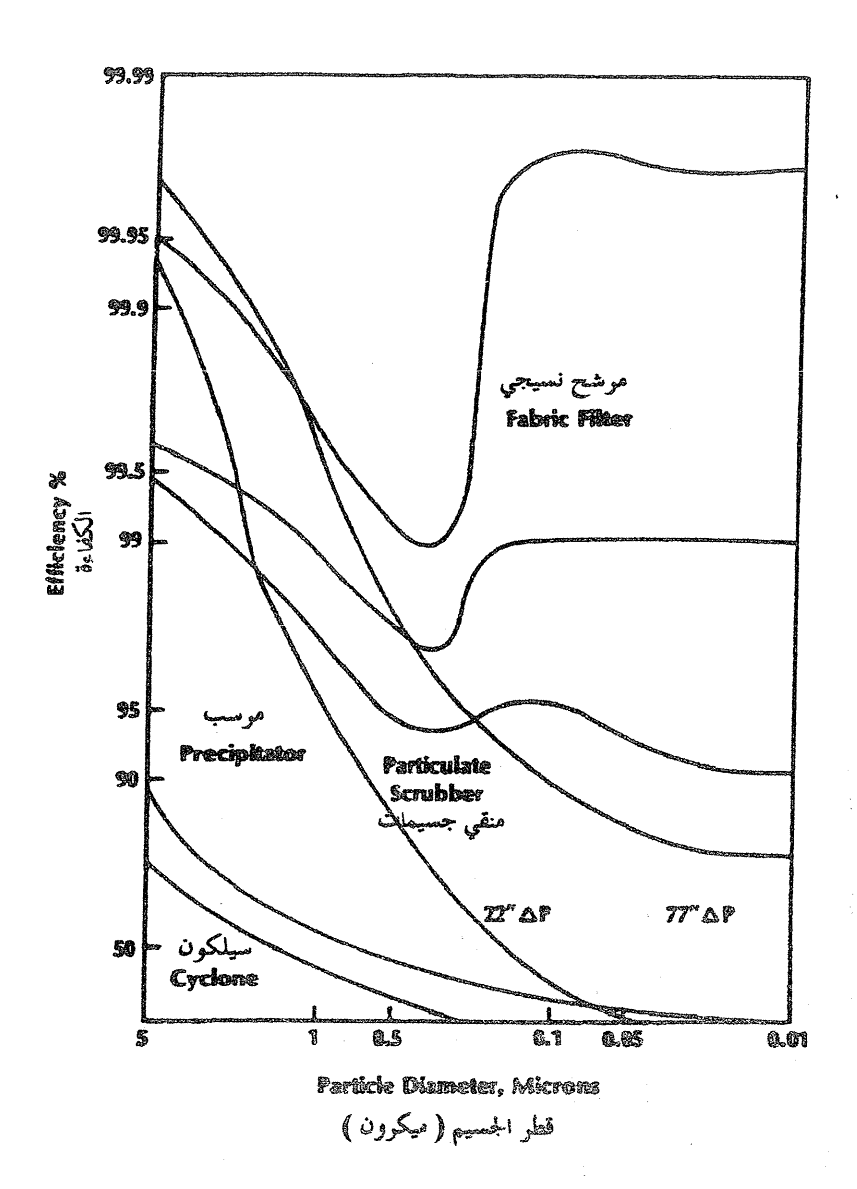
ثانيا : المكثفات *Condensers*

فى المكثفات، يبرد الغاز إلى درجة الحرارة التى عندها يتكاثف الملوث (*Pollutant*). تكون هذه الطريقة مناسبة لسريان الغازات الصغيرة الملوثة، مثلا، بمذيبات ذات تركيز عالى. ويمكن اعادة استعمال المذيب المتكاثف.

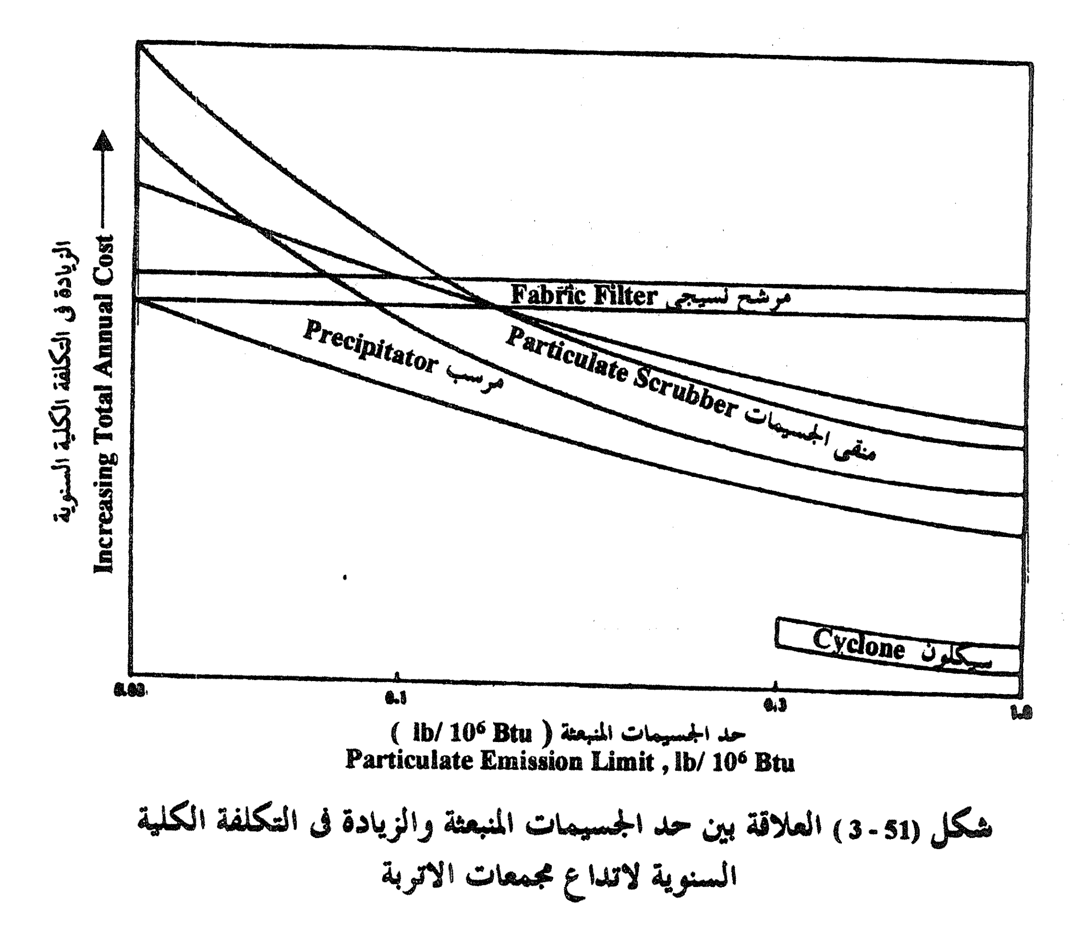
يوضح شكل (52 - 3) أ فكرة الحصول على غاز نقى بطريقة التكثيف. ويبين شكل - 3) (52ب العلاقة بين درجة الحرارة وضغط البخار.

ثالثا : الامتزاز (*Adsorption*)

الامتزاز هو تكثيف جزيئات الغاز والصقها بسطح صلب حيث يمر الغاز المتدفق الملوث على طبقة مرشح لمكثف جزيئات الغاز، تتكثف جزيئات الغاز الملوث على طبقة المرشح بسرعات ضعيفة بطيئة. حيث يسمح هذا بامتصاص الملوثات خلال عمليات الغسيل بالبخار أو بغاز المدخل مثل النتروجين. ويمكن استعادة واستعمال هذه الملوثات المعاد امتصاصها. فى بعض الحالات التى يكون فيها من المناسب تغير طبقات الامتزاز ويعاد التنشيط.



شكل (50 - 3) العلاقة بين قطر الجسيم والكفاءة لمجمعات الرماد المتطاير



شكل (51 - 3) العلاقة بين حد الجسيمات المنبعثة والزيادة فى التكلفة الكلية السنوية لانواع مجمعات الاتربة

يعتبر الكربون النشط (*Activated carbon*) هو أكثر المواد شائعة الاستخدام لعمليات الامتزاز وخلال الاعوام الماضية استخدمت مواد أخرى مثل المركبات غير العضوية (*Inorganic*) (هى المواد التى تخلو من الكربون أو التى يكون الكربون فيها ضئيل جدا كالكربونات مثلا).

ومثل البوليمرات (*Polymers*) (وهى عبارة عن مركبات تتشكل بالتبلمر أى باتحاد جزئيين أو أكثر من مركب ذى وزن جزيئى أكبر).

(يعرف الكربون النشط بأنه كربون نحصل عليه بتسخين المادة النباتية بمعزل عن الهواء أو فى جو مفرغ. ويمتاز بمقدرته الكبيرة على الامتصاص وخاصة للغازات).

يبين شكل (*53 - 3*) تمثيل لعملية الامتزاز.

رابعا: الامتصاص *Absorption*

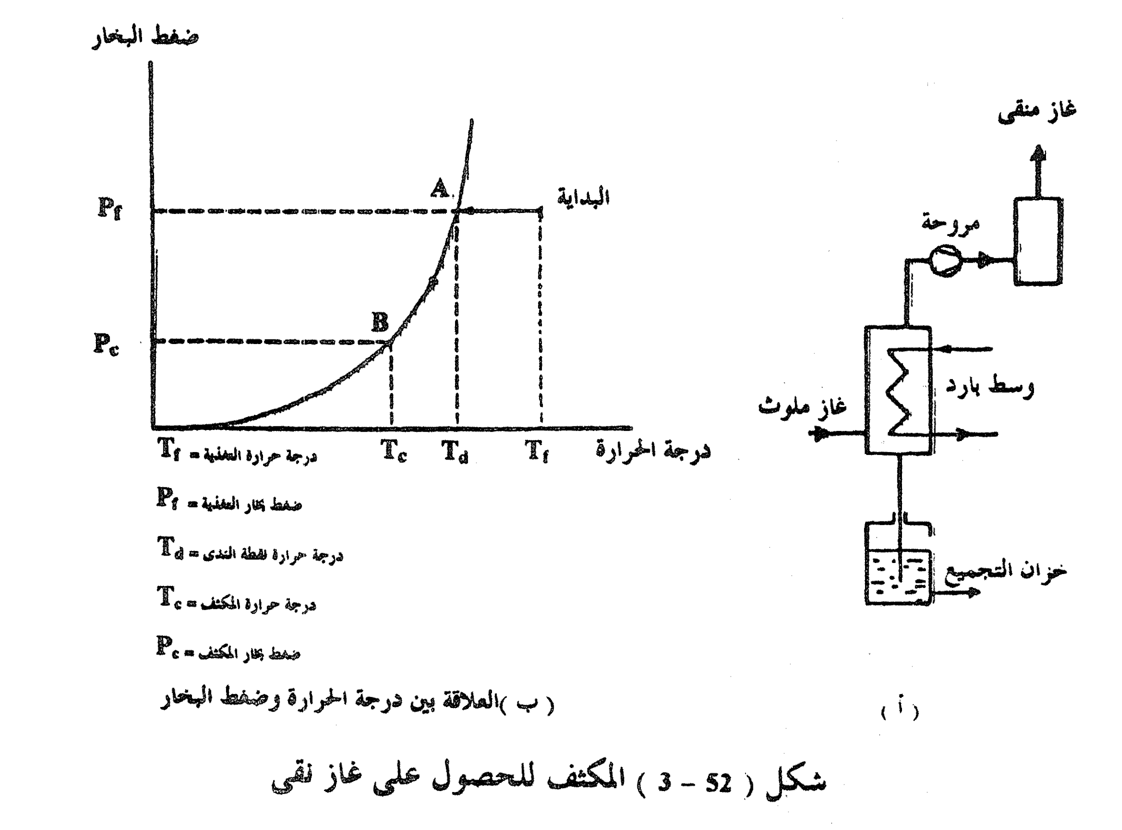
من خلال نظم الامتصاص، تمتص الغازات أو الجزيئات فى وسط سائل. وتناسب نظم الامتصاص الملوثات سهلة الامتصاص فى السوائل التقليدية مثل المياه، كما تعتبر المركبات العضوية القطبية (*Polar organic*) من هذه الملوثات.

فى الغسيل الكيميائى (*Chemical scrubbing*) يتم اضافة كيماويات إلى الطور السائل.

فى حالة ما اذا كانت الملوثات يمكن أن تتفاعل مع الحمض أو القاعدة عندئذ يتم اضافة أحماض أو قلويات. تتأكسد وتتدمر المركبات العضوية عند اضافة برمنجانات[1] (*Permanganate*) وهيبوكلوريت [2] (*Hypochlorite*). ومن عيوب الغسيل الكيميائى أن الطور السائل يجب معالجتة فى مراحل المتابعة. كما يمكن تدمير المركبات العضوية باستخدام أجهزة الغسيل بالمستحضر الاحيائى (*Biological scrubber*). وتتدمر الملوثات الممتصة بواسطة المتعضى المجهرى (*Microorganisms*) فى الحمأة المنشطة. مياه المخرج من الغسيل بالمستحضر الاحيائى تصرف مباشرة.

(*1*) مركب متبلر أرجوانى داكن يستعمل فى التطهير من الجراثيم.

(*2*) املاح تحت الكلوريت مثلا (هيدروكسيد الصوديوم + حمض تحت الكلوريت = مياه + صوديوم تحت الكلوريت).



(ب)العلاقة بين درجة الحرارة وضغط البخار

(أ)

شكل (52 - 3) المكثف للحصول على غاز نقي

وتكون الاجهزة المستخدمة فى نظم الامتصاص فى أغلب الحالات بسيطة جدا. وتعتبر الابراج المملوءة بالبلاستيك أو السيراميك من الأنواع الشائعة للحصول على مساحة سطح كبيرة بين الغاز والسائل والمعروف باسم برج الحشو *(Pached tower)* كالنماذج الموضحة فى شكل *(54 - 3)* أ، ب.

ومن الأنواع الاخرى برج الرذاذ *(spray tower)* المبين فى شكل *(55 - 3)* وبرج التنقية *(Scrubber tower)* كما فى شكل *(56 - 3)* بينما يوضح شكل *(57 - 3)* جهاز تنقية فنتورى *(Venturi scrubber)*.

خامسا : طرق الاحتراق *(Combustion methods)*

عند استخدام عمليات الاحتراق فان المركبات العضوية الناتجة من العمليات الصناعية تهلك وتدمر، كما تتأكسد المركبات العضوية إلى اكسيد الكربون والمياه. وإذا احتوت الملوثات على كبريت أو نيتروچين فانها تتفاعل مع أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروچين.

وتكون طرق الاحتراق الشائعة والتى تحمى البيئة هى :

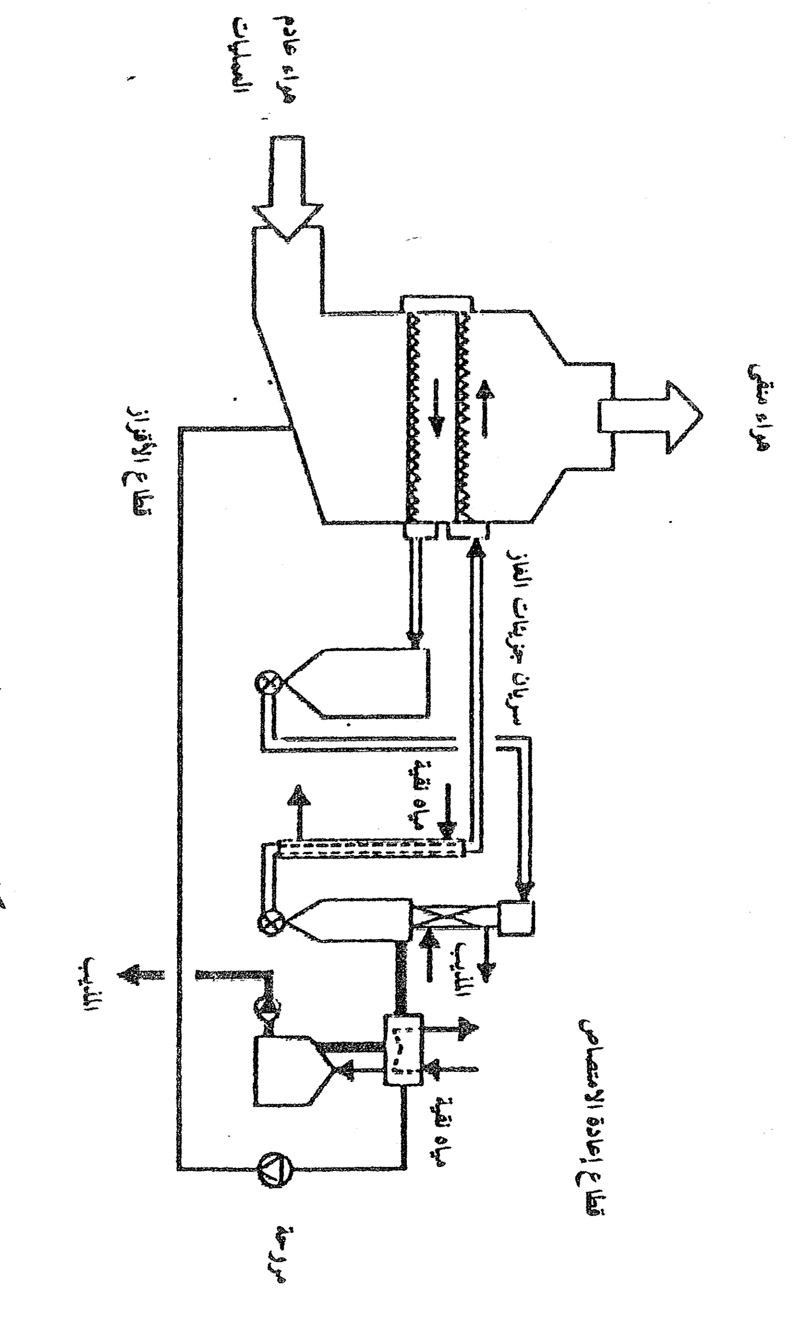
- احتراق بالاسترجاع *(Regenerative combustion)*
- احتراق حرارى *(Thermal combustion)*
- احتراق بالحفاز *(Catalytic combustion)*
- احتراق التوهج *(Flave combustion)*

يعتبر الاحتراق بالاسترجاع من الطرق المكتشفة حديثا. والتى تختلف عن الاحتراق الحرارى والاحتراق بالحفاز.

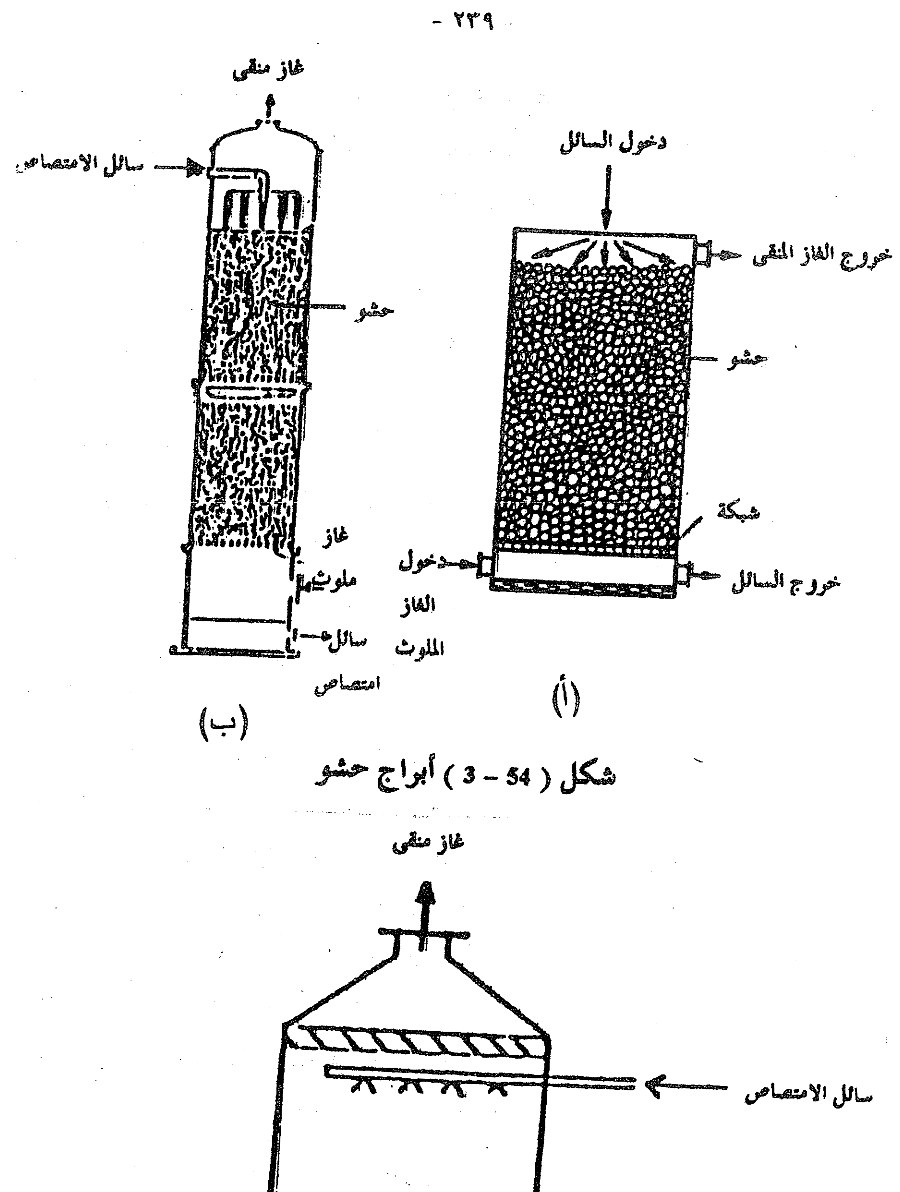
والعوامل التالية هامة للحصول على احتراق كامل لجميع الطرق المذكورة اعلاه :

- الزمن *(Time)*
- درجة الحرارة *(Temperature)*
- اضطراب *(Turbulence)*

وينتج عن الاحتراق غير الكامل لتفريغ المركبات العضوية الحصول على سموم زائدة وروائح كريهه أكثر من الناتجة من الملوثات الطبيعية. كما يمكن حدوث تفريغ السناج *(Soot)* واكسيد الكربون.



شكل (53 – 3) عملية الامتزاز



شكل (54 – 3) أبراج حشو

شكل (55 – 3) برج رذاذ

ويستخدم احتراق التوهج فى الصناعات البترولية والكيميائية عادة وذلك نتيجة معالجة واستخدام كمية كبيرة متغيرة من الغازات. ويصعب التحكم فى حالات الاحتراق فى نظم احتراق التوهج. فى كثير من الحالات، حيث تكون لملوثات الغازات قيمة عالية للطاقة، يمكن الاستفادة منها فى العمليات كوقود.

فى طرق الاحتراق الحرارى تتأكسد الملوثات فى غرفة الاحتراق *(Combustion chamber)* عند درجة حرارة *700 - 900°C* لمدة *0.3 - 1* ثانية. تنتج هذه الحرارة فى غرف الاحتراق من احتراق الوقود أو الغاز. فى الحالات الاقتصادية يتم استخدام حرارة الاحتراق للتسخين المسبق *(Preheating)*. يوضح شكل *(58 - 3)* عملية الاحتراق الحرارى.

فى كثير من الحالات تستخدم طريقة الاحتراق بالحفاز كبديل لطريقة الاحتراق الحرارى. ويعرف الحفاز *(Catalyst)* بأنه مادة تزيد أو تقلل من سرعة تفاعل كيميائى، أو تسمح بحدوثه عند درجة حرارة منخفضة، أو تحت ضغط منخفض، أو عند كليهما معا. وهذه المادة تبقى فى العادة دون أن يعتريها تغير، أو قد تتغير فى بعض الحالات، غير أنه يسهل تجديدها لاعادة استخدامها.

يسمح الحفاز بالتأكسد الكامل للملوثات عند درجة حرارة *300 - 400°C* ومن المفضل استخدام حرارة الاحتراق للتسخين المسبق.

الاختلاف أن حرارة الاحتراق يمكن أن تمتص فى بعض أنواع السيراميك عند انطلاق الغازات من غرفة الاحتراق. وبعد زمن محدد يتغير اتجاه سريان الغاز، وتستخدم الحرارة الممتصة للتسخين المسبق لغاز التغذية. إذا كانت تركيزات الملوثات (حرارة الاحتراق) كافية لتعادل المفقودات الحرارية، عندئذ لا تحتاج إلى حرارة اضافية من الوقود أو الغاز.

الانبعاثات من محطات الاحتراق ومعالجتها

Emissions from combustion plants and treatments

تكون الغازات المنبعثة من محطات الاحتراق هى :

- أكاسيد الكبريت
- أكاسيد النيتروچين
- أكسيد الكربون
- الاتربة

سنتعرض فيما يلى لكل نوع وكيفية معالجته.

أولا : انبعاثات اكاسيد الكبريت *Sulphur oxide emissions*

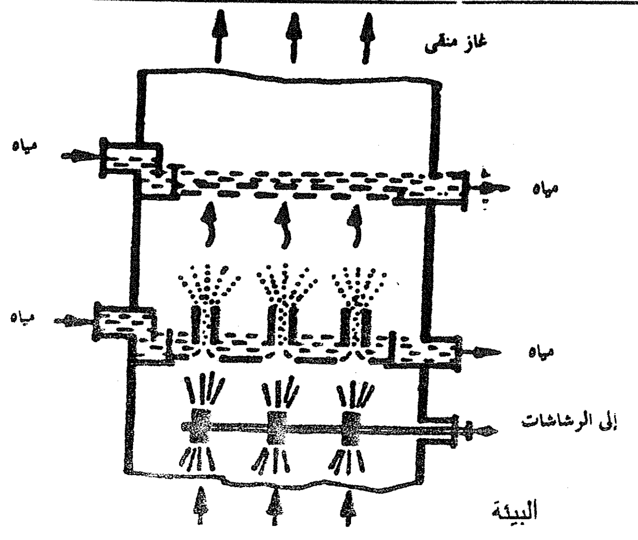
عند احتراق الوقود الكبريتى ينتج اكسيد الكبريت وينبعث إلى البيئة المحيطة من خلال غازات الاحتراق. فتنتقل أكاسيد الكبريت لمسافات قريبة وأخرى بعيدة محملة على الرياح. والرمز الشائع لأكاسيد الكبريت هو SO_x والذى يتكون اساسا من ثانى أكسيد الكبريت *(Sulphur dioxide SO_2)* وكميات أقل من ثالث أكسيد الكبريت *(Sulphur trioxide SO_3)*، فى الهواء حيث يتأكسد SO_2 إلى SO_3. ويتشكل حامض الكبريت مع الامطار، أما فى عمليات التحلل *(Decomposition)* الطبيعية فان مركبات الكبريت تنبعث الى البيئة، بالاضافة إلى مركبات الكبريت المنبعثة من الوقود الاحفورى مثل الزيت والفحم.

وتتأثر كل من البيئة والخضروات تأثراً سالبا بالتحمض *(Acidification)* نتيجة اكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروچين. وتتأثر ايضا صحة الإنسان بهذه الاكاسيد.

يوضح جدول *(9 - 3)* بعض الامثلة للقيم القياسية لأكاسيد الكبريت فى الهواء المحيط والخاصة بالصحة.

جدول *(9 - 3)* القيم القياسية لأكاسيد الكبريت في الهواء المحيط والخاصة بالصحة

البند	القيمة mg/m^3
متوسط القيمة خلال شهر واحد	0.14
متوسط القيمة خلال 24 ساعه	0.29
متوسط القيمة خلال 30 دقيقة	0.72



شكل (56 - 3) برج تنقية

عادة، تحدد قيمة الانبعاثات الناتجة من محطات الاحتراق. تمثل الانبعاثات ككمية من الكبريت المنبعث منسوبة إلى الطاقة المستهلكة أى جرام كبريت / ميجا جول وقود (g sulphur/ MJ Fuel) أو منسوبة إلى حجم غاز الاحتراق أى جرام كبريت / متر مكعب غاز الاحتراق (g sulphur / m^3 combustion gas).

يوضح جدول (10 - 3) قيم انبعاثات الكبريت ومحتوى الكبريت فى السويد عام 1989 بينما فى عام 1993 حددت السويد انبعاثات المحطات كما فى جدول (11 - 3)

جدول (10 - 3) قيم انبعاثات الكبريت ومحتوى الكبريت فى السويد عام 1989

البند	القيمة
الكبريت المنبعث	0.18 g/ MJ
زيت وقود ثقيل - محتوى الكبريت	0.8%
زيت وقود خفيف - محتوى الكبريت	0.2%
محطات احتراق الفحم الجديد الكبريت المنبعث	0.05 g/MJ

جدول (11 - 3) حدود الانبعاثات فى السويد

البند	القيمة g/MJ
المحطات التى لها انبعاثات 400 طن كبريت كل عام	0.05
المحطات الاخرى	0.10

من الطرق الشائعة للتخلص من انبعاثات الكبريت استخدام الجير (Lime) والدعوة إلى استخدام أنواع من الوقود محتوى الكبريت بها منخفض.

التخلص من الكبريت وأكاسيد الكبريت

(Flue Gas Desulphurization FGD) (SO_x)

يتم التخلص من الكبريت [1] *(Sulphur)* الموجود بغازات العادم *(Flue gases)* أما بنظام المستهلك *(Throwaway)* أو بنظام اعادة الاستخدام *(marketable)* هاتان الطريقتان ليستا منسوبة إلى المعدات المستخدمة ولكن منسوبة إلى المتبقيات المشكلة نتيجة عمليات التخلص من الكبريت *(desulphurization)*. النظام الأول ينتج بخار العادم والذى يجب أن يؤخذ فى الاعتبار والاهتمام، بينما غالبا ينتج النظام الثانى منتج ذا قيمة مثل الكبريت العنصرى، حمض الكبريت، كبريت الامونيا. ويعتبر النظام الأول هو الاكثر شيوعا للتحكم فى أكاسيد الكبريت (SO_x) .

يوضح شكل *(59 - 3)* وسائل إزالة الكبريت بغازات العادم.

تشكيلات أكاسيد الكبريت :

- محتوى كبريت الفحم من *0.5%* إلى *5%*
- ثانى اكسيد الكبريت $S + O_2 \longrightarrow SO_2$
- ثالث اكسيد الكبريت $SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow SO_3$

يوضح شكل *(60 - 3)* العلاقة بين محتوى الكبريت بالفحم ومعدل انبعاث SO_2 المسموح. تكون المواد المحتوية على الجير والمستخدمة للتخلص من الكبريت هى حجر الجير[2] *(limestone)* والذى يحتوى على كربونات الكالسيوم $(Ca\ CO_3)$ ودولوميت [3] *(dolomite)* وهو يحتوى ايضا على كربونات الماغنسيوم $(Mg\ CO_3)$. لا يعتبر الحجر

---

(1) كبريت : عنصرى لا فلزى رمزه *S* عدده الذرى *16* يستخدم مادة خام لحمض الكبريتيك والكيمائيات اللازمة للزراعة والعقاقير الطبية وكيمائيات صناعة الورق.

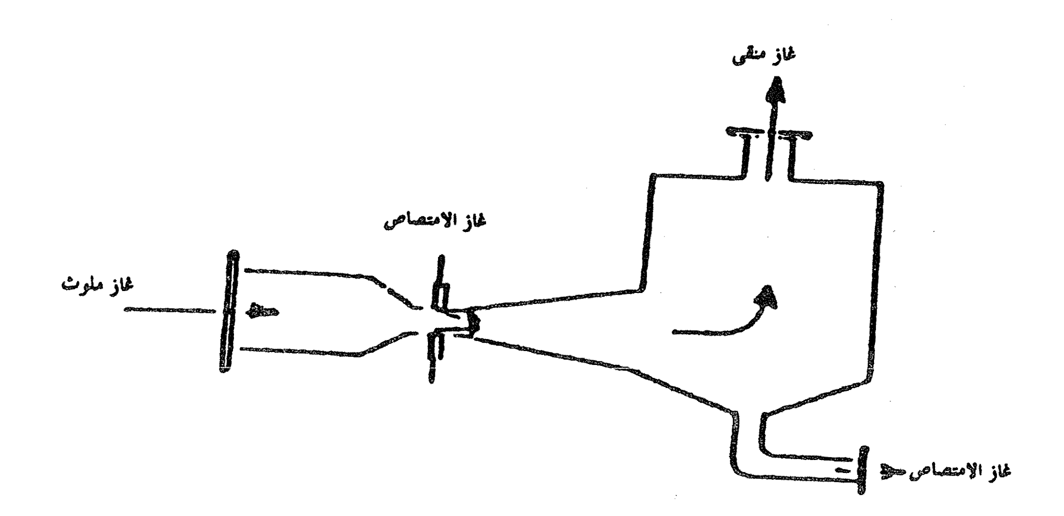
كبريتات *(Sulphates)* املاح حمض الكبريتيك من امثلتها كبريتات الكالسيوم $Ca\ SO_4$

كبريتيد *Sulphide* مثل كبريتيد الهيدروجين H_2S

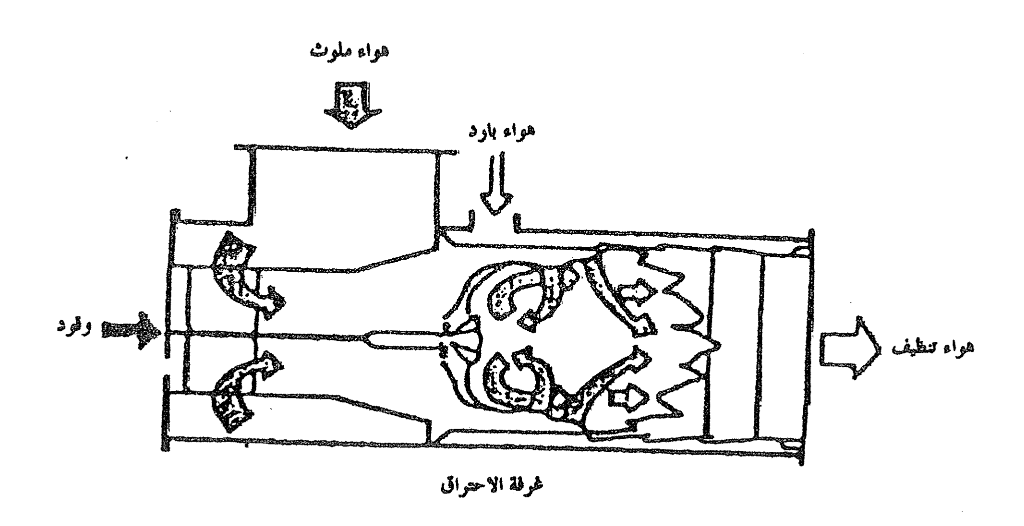
كبريتيت *(Sulphite)* مثل كبريتيت الكالسيوم $Ca\ SO_3$

(2) حجر جيرى : هو صخر يتكون اساسا من كربونات الكالسيوم ويستخدم مادة للبناء ولانتاج الجير، أو فى الصناعات الميتالورجية (مثل انتاج الحديد من خاماته) أو فى الصناعات السيراميكية (مثل الاسمنت والزجاج) وفى الصناعات الكيميائية (مثل الاسمدة)

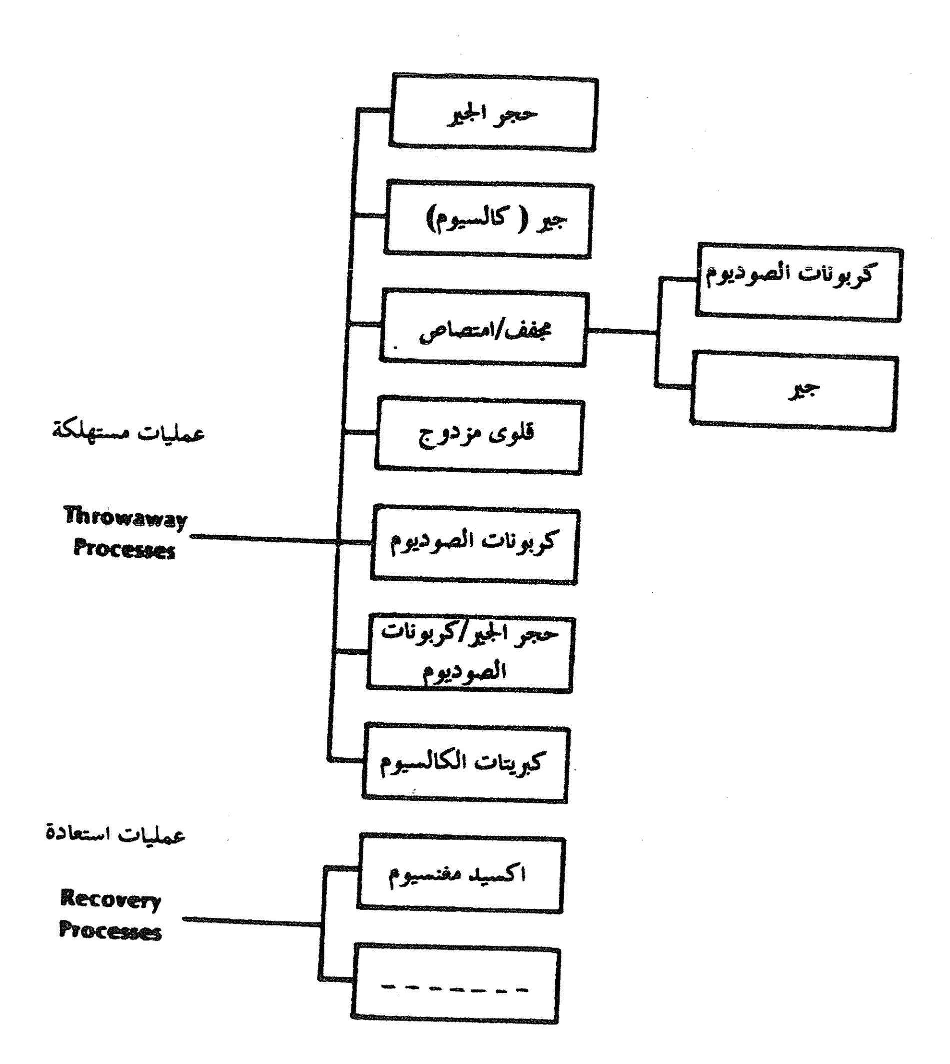
(3) دولوميت : كربونات كالسيوم ومغنسيوم طبيعى $(MgCO_3.\ CaCO_3)$. يستخدم كمادة حرارية ومخصب ومصدر للمغنسيوم.



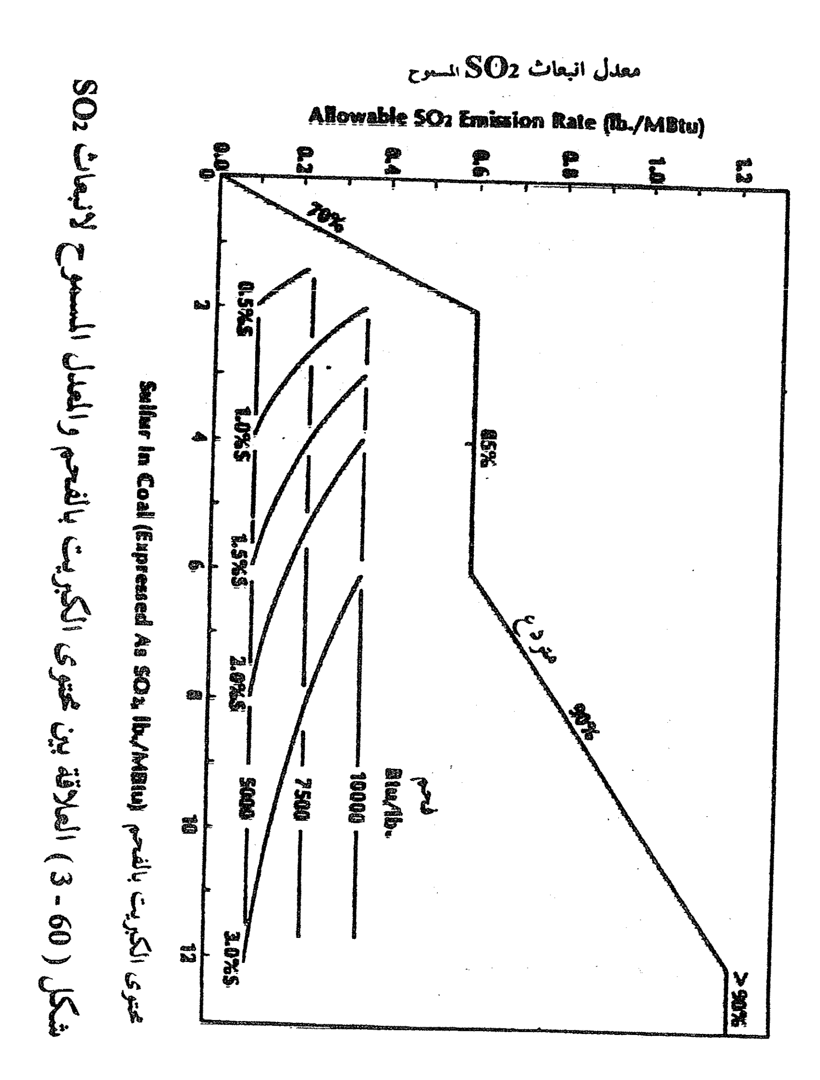
شكل (57 - 3) جهاز تنقية فنتورى



شكل (58 - 3) عملية الاحتراق الحرارى



شكل (59 - 3) وسائل ازالة الكبريت بغازات العادم



شكل (60 - 3) العلاقة بين محتوى الكبريت بالفحم والمعدل المسموح لانبعاث SO_2

الجيرى نفسه مادة متفاعلة عالية. لذا عادة يستخدم جير مطفأ[1] *(Slaked lime)* والذى يكون أكثر تفاعلا. فى هذه الحالة تظهر نتيجة التفاعل فى منتجات الجبس *(Gypsum)*.

الغسيل بالجير والحجر الجيرى *(Lime and Limestone Scrubbing)*

يتم ذلك تبعا للمعادلات

$$Ca(OH)_2 + SO_2 \longrightarrow CaSO_3 . \frac{1}{2}H_2O + \frac{1}{2}H_2O$$

الجير — ثانى اكسيد الكبريت — كبريتيت كالسيوم

$$CaCO_3 + SO_2 + H_2O + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CaSP_4 . 2H_2O$$

كربونات الكالسيوم — كبريتات كالسيوم مائية الجبس

من فوائد الغسيل بالجير والحجر الجيرى

- بساطة عملية الغسيل.
- رخص سعر الكاشفات[2] *(reagents)*.

ولكن يجب مراعاة الآتى:

- تكثيف عمليات الصيانة المطلوبة.
- استخدام مياه بكميات كبيرة.
- انتاج كميات كبيرة من خبث الغسل.
- أن الكفاءة من 85% إلى 90%

منقى وغسيل العمليات المستهلكة *Throwaway scrubber processes*

* كربونات الصوديوم *(Sodium carbonate)*

$$Na_2CO_3 + SO_2 \longrightarrow NaSO_3 + CO_2$$

رماد الصودا[3] أو نطرون[4] — ثانى اكسيد الكبريت — كبريتيت الصوديوم — ثانى اكسيد الكربون

---

(1) جير مطفأ: اكسيد كالسيوم مائى. نحصل عليه باضافة المياه إلى الجير الحى.
الجير الحى: اكسيد كالسيوم تجارى. نحصل عليه بتحميص الحجر الجيرى أو الطباشير.
(2) كاشف: مركب يستخدم فى التحاليل الكيميائية للكشف عن مادة معينة أو تعيين كميتها.
(3) رماد الصودا *(Soda ash)*: كربونات صوديوم لا مائية. مادة خام هامة فى صناعة الزجاج والصابون والصودا الكاوية.
(4) نطرون *(trona)*: كربونات صوديوم قاعدية طبيعية ممهاه، توجد فى البقايا الملحية فى المناطق الصحراوية. مصدر لمركبات الصوديوم.

من خصائص هذه الطريقة
- كفاءة ازاحة عالية.
- تكاليف اضافية عالية.
- صعوبة التخلص من النفايات.

* قلوى مزدوج *(Double - Alkali)*

$$Na_2CO_3 + SO_2 \longrightarrow Na_2SO_3 + CO_2$$

رماد الصودا أو نطرون + ثانى أكسيد الكبريت ← كبريتيت صوديوم + ثانى اكسيد الكربون

$$Na_2SO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSO_3 \cdot \frac{1}{2}H_2O + 2NaOH + \frac{1}{2}H_2O$$

جير ← كبريت كالسيوم

من خصائص هذه الطريقة
- استعادة غير كاملة للصوديوم.
- الاحتياج لمحلول غسيل.
- صعوبة التخلص من النفايات.

نسبة الاتحاد العنصري وانتفاع الامتصاص

تعرف نسبة الاتحاد العنصرى *(Stoichiometric ratio) SR* بانها النسبة بين الامتصاص المضاف إلى ثانى أكسيد الكبريت المزاح

$$S.R = \frac{absorbent\ added}{SO_2\ removal}$$

وتكون الحدود الشائعة لـ SR من 1.05 إلى 1.30

وتعنى القيمة المرتفعة لـ SR الزيادة فى كمية SO_2 المزاحة وبالتالى ارتفاع تكاليف التشغيل بينما يعرف انتفاع الامتصاص *(Absorbent Utilization)* بانه مقلوب نسبة الاتحاد العنصرى أى أن

$$Absorbent\ Utilization = \frac{1}{S.R}$$

نسبة السائل الى الغاز *Liquid - to - gas Ratio (L/G)*

تعرف نسبة السائل إلى الغاز *(L/G)* بانها النسبة بين سريان الطين السائل للحجر الجيرى وسريان غاز العادم.

$$\frac{L}{G} = \frac{\text{Limestone slurry flow (GPM)}}{\text{Flue Gas flow (1000 acfm)}}$$

ومن النقاط الهامة :

- ان الارتفاع فى قيمة النسبة $\frac{L}{G}$ تعنى كبر ثانى اكسيد الكبريت SO_2 المزاحه.
- ان برج الرش (*Spray Tower*) اكثر حساسية للتغير فى النسبة $\frac{L}{G}$
- المدى الشائع للنسبة $\frac{L}{G}$ هو *40* إلى *120*

توجد طرق متعددة ومختلفة للتخلص من اكاسيد الكبريت من غازات الاحتراق. ومن أكثر الطرق شيوعا الطرق التالية :

* الطريقة الرطبة (*Wet method*)
* الطريقة الرطبه الجافة (*wet - dry method*)
* الطريقة الجافة (*dry method*)

وفيما يلى وصف كل طريقة.

(1) الطريقة الرطبه *The wet method*

فى هذه الطريقة يتم حقن جير مطفأ فى صورة سائل طينى إلى المغسلة (*Scrubber*) والتى يمر خلالها غازات الاحتراق. يهبط ناتج التفاعل الرطب إلى قاع المغسله ويتحول الناتج إلى جبس عند تعرضه للهواء وعندئذ يتم فصله فى نظام نزع المياه (*Dewatering*) (وذلك بازالة كميات كبيرة من المياه دون اللجوء إلى التسخين). ثم يضخ المنتج الغير محول إلى المغسلة مرة أخرى ويعاد استخدامه، وتعنى هذه الدورة أن الجير مازال ذا كفاءة استخدام. توجد طرق متعددة للغسالات الرطبه مثل : ابراج الرش (*Spray*)، ابراج العرضه (*Baffle*)، ابراج الحشو (*Packed*)، وابراج الصينية (*Tray*).

يوضح شكل (*3 - 61*) برج الرش باستخدام الحجر الجيرى الرطب للتخلص من الكبريت.

بينما يوضح شكل (*3 - 62*) نظام كامل للطريقة الرطبة للتخلص من الكبريت.

يعتمد تصميم ابراج الرش بالحجر الجيرى الرطب على:

- السريان الحجمى لغازات العادم.
- محتوى الكبريت بالفحم.
- كفاءة نزع أقصى ثانى اكسيد الكبريت SO_2.

يوضح شكل (*3 - 63*) نظام الغسيل الرطب لثانى اكسيد الكبريت.

بينما يوضح شكل *(64 - 3)* نظام التخلص من الكبريت بغازات العادم بالطريقة الرطبه ويحتوى النظام على برج رذاذ ممتص، يمكن إزالة الكبريت ايضا خلال عملية الاحتراق. حيث يتم نفخ حجر الجير أو دولوميت *(Dolomite)* بمادة الحشو فى الطبقة المميعة *(Fluidized bed)* بالغلايات. كذلك يمكن حقن الحجر الجيرى فى طبقة الوقود *(Fuel - bed)* وطبقة الوقود المسحوق *(Pulverized fuel)* بالغلايات.

من مميزات هذه الطريقة إمكان الوصول إلى الغازات الخارجة والتى بدرجة حرارة منخفضة مع تحسين فى كفاءة الغلاية.

من العوامل الهامة والمؤثرة فى تفاعل الكبريت المنزوع :

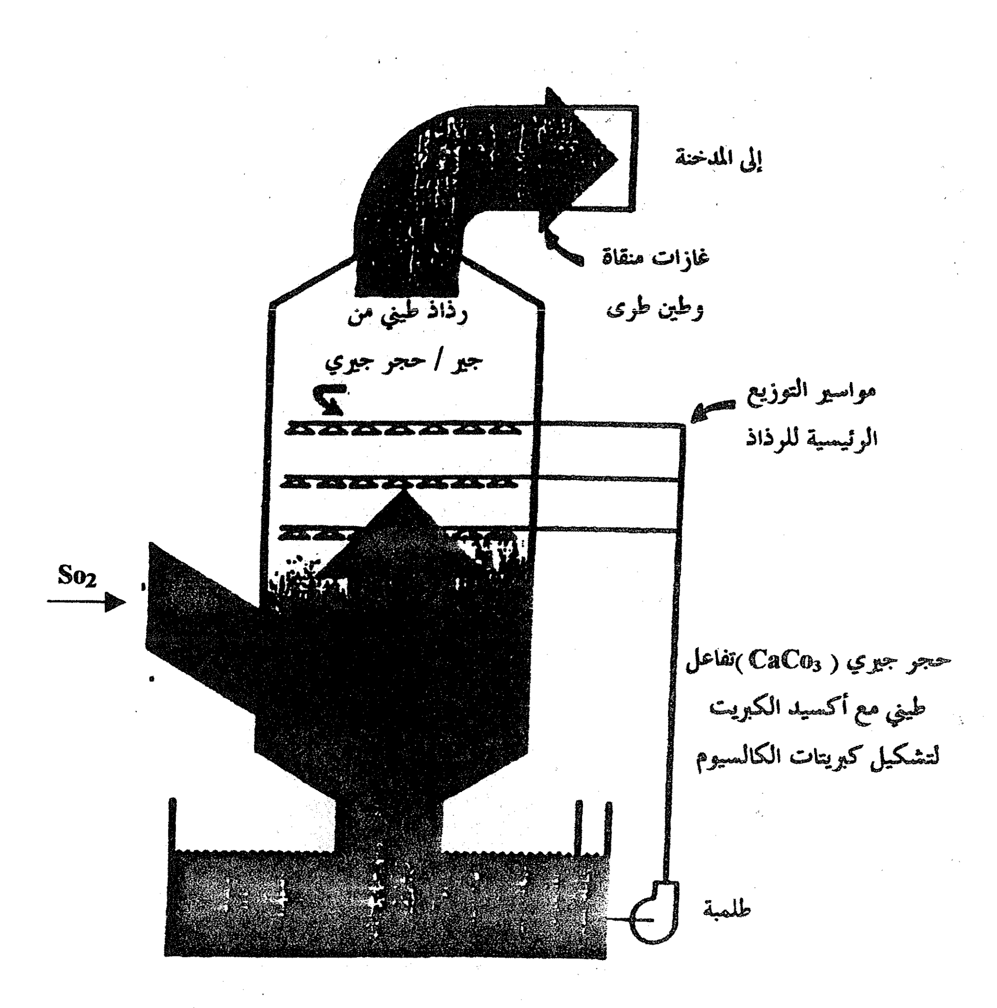
- درجة حرارة الفرن.
- فترة الاتصال بين الجير وأكاسيد الكبريت.
- نوع مادة الجير.
- حجم ذرات المادة.

فى الغلايات ذات الطبقات المميعة *(Fluidized beds)* تكون درجة حرارة الطبقة بين *800°C* ، *900°C*، يؤثر هذا الحد فى مدى أكاسيد النيتروچين والكبريت. ويكون الكبريت المنزوع أكثر فاعلية عند درجة حرارة بين *800°C* ، *1200°C*. من مميزات ذلك استمرار اكسيد الكبريت والجير المتبقى لمدة طويلة فى الفرن. وعليه فإن الكبريت المنزوع يكون أكثر من *90%*

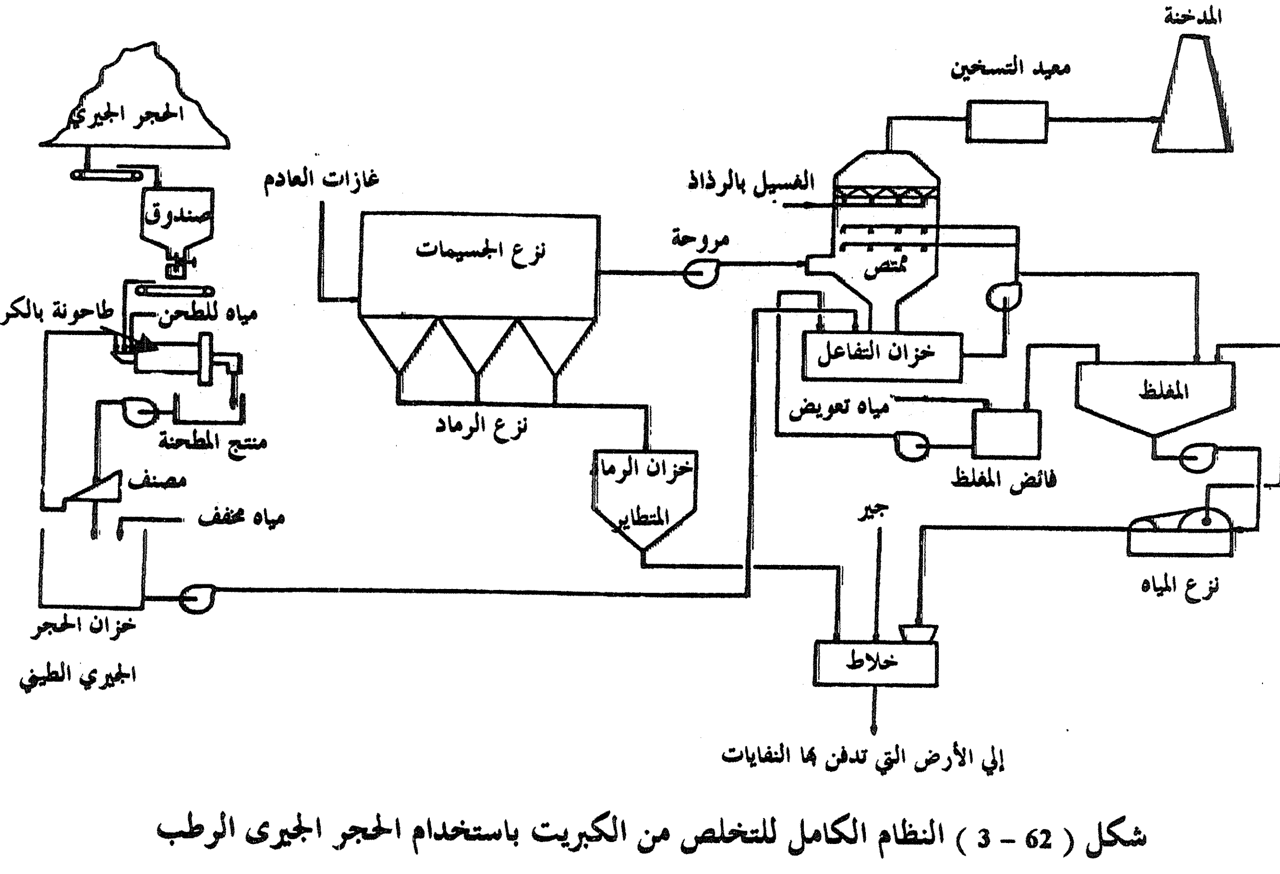
يوجد نوعين من الطبقات المميعة، طبقات فقاعية وطبقات سريعة، فى الطبقات الفقاعية *(bubbling)* التقليدية فان الهواء يترك الطبقة والتى تظل داخل الفرن. إذا كان نسبة جزئ الجير إلى الكبريت *3* فانه يحدث لها احتفاظ واستبقاء *90%* بالطبقة المميعه. للطبقات السريعة الدوارة *(Circulating fast bed)* ذات سرعة هواء عالية تترك مادة الطبقة الفرن مع غازات الاحتراق.

عندئذ تجمع مادة الطبقة فى السيكلون *(Cyclone)* وتنقل مرة أخرى إلى الفرن. الطبقات السريعة تعطى فترات اطول للتلاقى بين الجير واكسيد الكبريت عن الفترات فى حالة الطبقات الفقاعية.

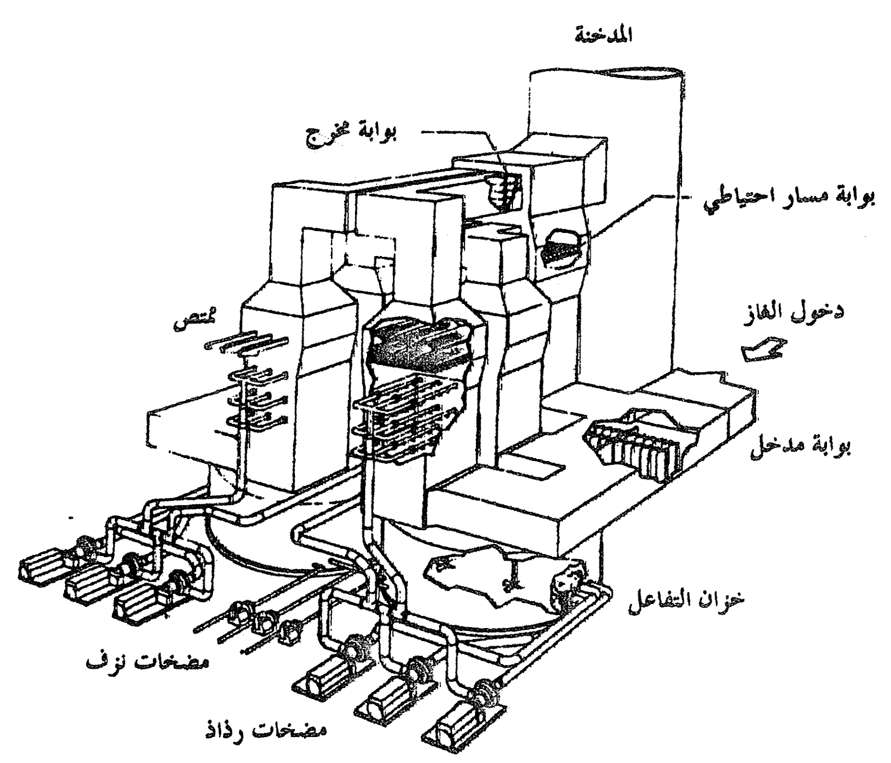
وهذا يؤدى إلى كفاءة أعلى لنزع الكبريت. (ولتخفيض الكبريت بنسبة *90%* يكفى أن تكون نسبة الجير إلى الكبريت *1.2*).



شكل (61 – 3) التخلص من الكبريت باستخدام الحجر الجيرى الرطب



شكل (62 – 3) النظام الكامل للتخلص من الكبريت باستخدام الحجر الجيرى الرطب



شكل (63 - 3) نظام الغسيل الرطب لثاني اكسيد الكبريت

فى الغلايات ذات طبقة الوقود (Fuel - bed) يخلط الحجر الجيرى مع الوقود أو ينفخ أعلى طبقة الوقود.يراعى عند تغذية الحجر الجيرى للفرن أن تكون درجة حرارة الطبقة 1300°C : 1400، بينما تكون درجة حرارة الجزء العلوى للفرن 800°C : 700 بهذه الطريقة يكون الكبريت المنزوع حوالى 50% كذلك يمكن الحصول باستخدام هذه الطريقة على استقرار أعلى ودرجة حرارة أقل داخل الفرن وبالتالى تحسين المنزوع. يمكن ايضا نزع الكبريت قبل عمليات الاحتراق. وذلك بخلط عمليات الغاز gasifiction مع نزع الكبريت ونحصل على نتيجة 98% ومن الطرق الاخرى المستخدمة طريقة تكسير الفحم ثم تفصل مكونات الكبريت من الفحم.

(2) **الطريقة الرطبه- الجافة** *The wet - dry method*

فى هذه الطريقة يتم ايضا حقن جير مطفأ فى صورة سائل طينى إلى المغسلة، ويرش السائل على غازات الاحتراق من اعلى قمة المغسلة. يضبط معدل سريان الجير المطفأ بعناية حتى تتبخر المياه بالكامل قبل ترك غازات الاحتراق للمغسلة. يتكون منتج التفاعل من كبريتيد الكالسيوم (Calcium sulphide $Ca\ SO_3$) وكمية صغيرة من كبريتات الكالسيوم (Calcium sulphate $Ca\ SO_4$) يهبط المنتج إلى قاع المغسله ثم يخرج من النظام. عادة تركب معدات الرشح أمام وبجوار المغسله وهذا موضح فى شكل (65 - 3).

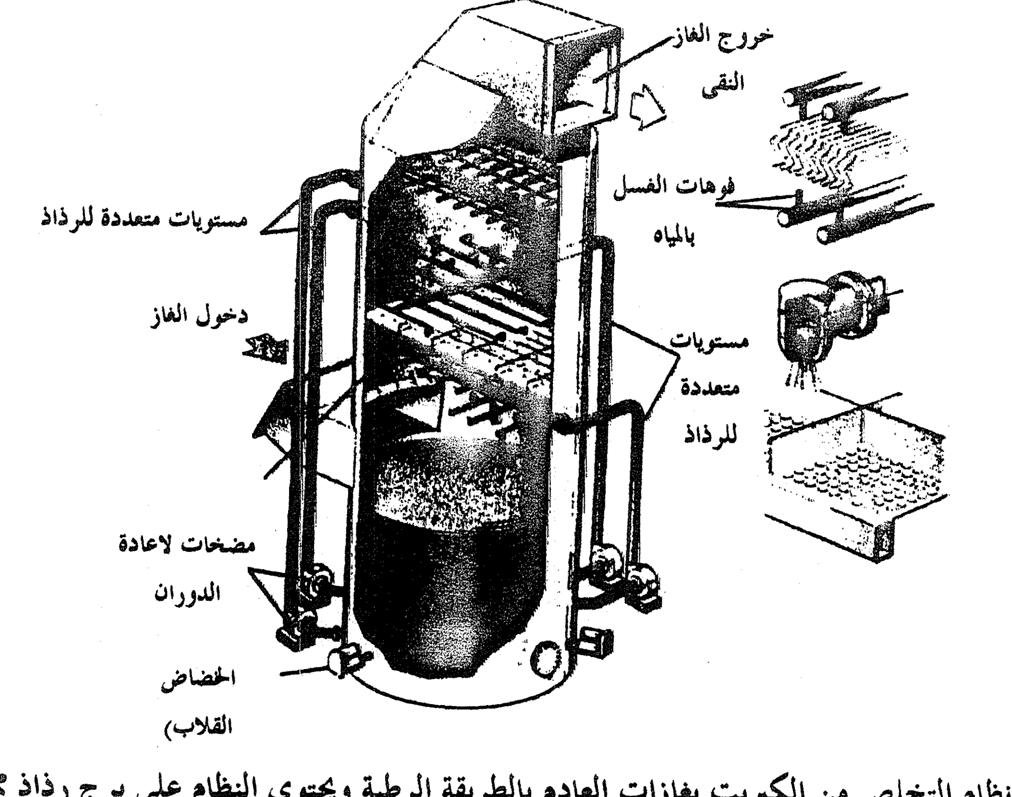
تكون نتيجة كل من الطريقتين إزاحة من 85% إلى 90% من أكاسيد الكبريت.

من مميزات الطريقة الرطبه :

- تنقيه متطورة.
- الكاشف (الحجر الجيرى) غير مكلف ومتاح.
- عملية الغسل بسيطة نسبيا.
- كفاءة نزع عالية حوالى 90%

من عيوب الطريقة الرطبة :

- ينتج عنها كميات كبيرة من النفايات.
- صعوبة ضخ ومعالجة النفايات.
- صعوبة نزع المياه من النفايات.
- الاحتياج إلى كميات كبيرة من المياه.
- تحتاج إلى مساحة أرض كبيرة.



شكل (64 - 3) نظام التخلص من الكبريت بغازات العادم بالطريقة الرطبة ويحتوى النظام على برج رذاذ ممتص

تجفيف الكبريت بغازات العادم (Dry Flue gas desulfurization)

العمليات الكيميائية للامتصاص بالرذاذ:

- انتشار [1] وامتصاص كل من ثانى اكسيد الكربون CO_2 وثانى اكسيد الكبريت SO_2.
- اذابة كل من حمض الكربونيك $H_2 CO_3$ وحمض الكبريتيت $H_2 SO_3$.
- اذابة المواد الصلبه والمكونات القلوية مثل هيدروكسيد الكالسيوم $Ca (OH)_2$ [2] وكربونات الكالسيوم [3] $Ca CO_3$.
- تعادل الاصناف الحمضية (Acidic species).
- تشكيل المواد الصلبة الآتية

كبريتيت الكالسيوم	$Ca SO_3 . \frac{1}{2} H_2O$
الجبس	$Ca SO_4 .2 H_2O$
كربونات الكالسيوم	$Ca CO_3$

يوضح شكل (66 - 5) قطره رذاذ (Spray droplet) والعمليات الكيميائية التى تتعرض لها اثناء عمليات الامتصاص بالرذاذ.

تؤخذ فى الاعتبار النقاط التالية لجهاز الامتصاص بالرذاذ (Spray absorber) عند التخلص من ثانى اكسيد الكبريت (SO_2):

- العلاقة بين معدل التبخر وحجم ومساحة قطرة الرذاذ.
- نسبة الخلط بين الغاز والسائل.
- درجة الحرارة والتغير فيها.
- نسبة الكاشف [4] reagent
- تركيز SO_2.
- المواد الصلبه المسترجعة.

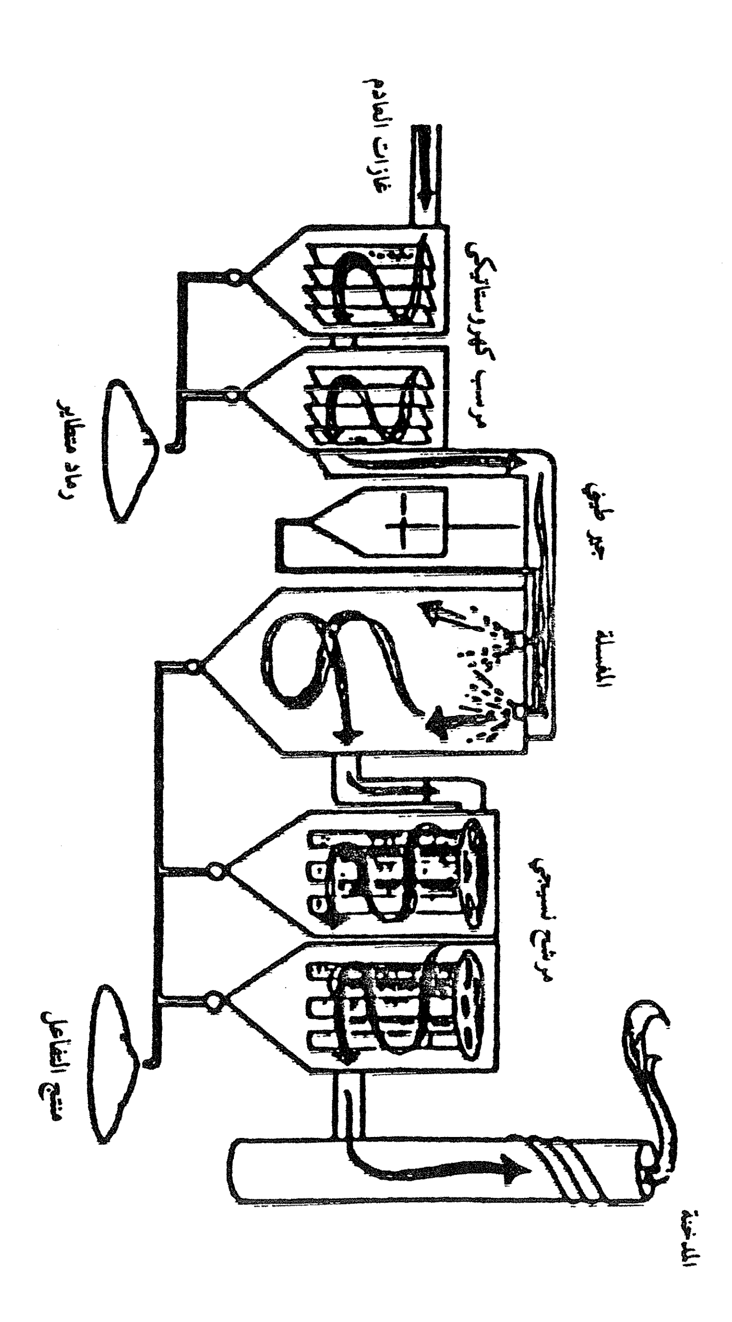
---

(1) الانتشار الكيميائى : هو انتقال عنصر متعادل لطور معين من أحد أجزاء هذا الطور إلى جزء آخر منه بسبب اختلاف فى التركيز الكيميائى لهذا العنصر فى الجزئين المعينين.

(2) هيدروكسيد الكالسيوم : (جير مطفأ) يستخدم فى تنقية غازات الفحم وفى صناعة الزجاج والبياض والمونه.

(3) كربونات الكالسيوم : مادة واسعة الانتشار فى الطبيعة مثل الطباشير والحجر الجيرى.

(4) الكاشف : مركب يستخدم فى التحاليل الكيميائية للكشف عن مادة معينة أو تعيين كميتها.



شكل (65 - 3) طريقة رطبة / جفف

أجهزة الغسيل بالتجفيف *(Dry Scrubbers)*

تستخدم هذه الطريقة للتخلص من ثانى اكسيد الكبريت الموجود بغازات العادم لغلايات الحرق بالفحم. بالإضافة إلى التخلص من الغازات الحمضية الاخرى وكلوريد الهيدروچين *(Hydrogen chloride)*. فى عمليات الغسيل بالتجفيف، تستخدم حرارة غازات العادم عند مخرج مسخن الهواء للتجفيف. عندئذ يتم التخلص من أكبر كمية من ثانى اكسيد الكبريت الموجودة فى غازات العادم، ويجمع الرماد المتطاير فى المرسب. يوضح شكل *(67 - 3)* مكونات معدات محطة الغسيل بالتجفيف.

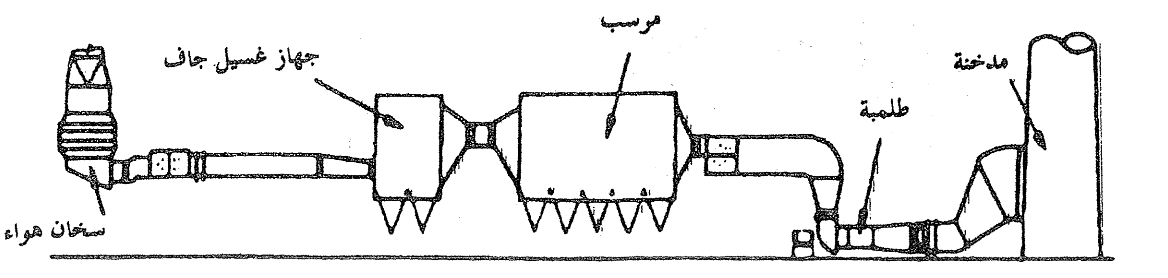
تمتاز عملية الغسيل بالتجفيف عن الغسيل الرطب بالآتى :

- تكلفة أولية منخفضة.
- تصميم مبسط وتكلفة صيانة منخفضة.
- استخدام مياه أقل.
- كمية طاقة التشغيل أقل.
- كمية النفايات أقل.

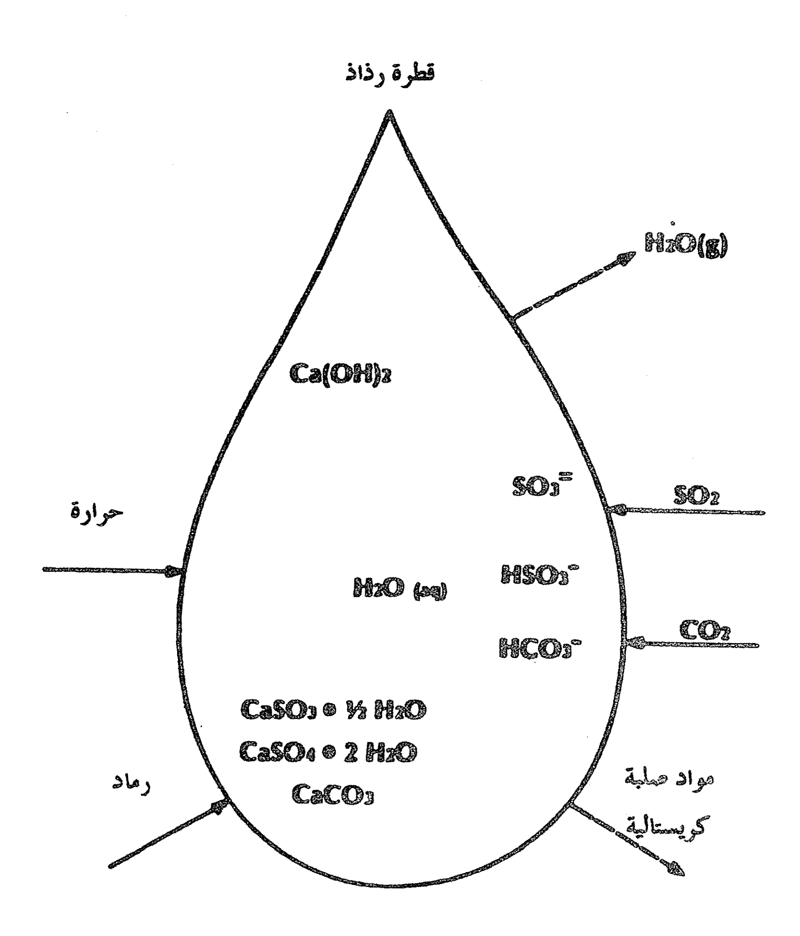
يستخدم الجير *(Lime)* كمادة كاشفة فى عمليات التجفيف بينما يستخدم الحجر الجيرى *(Limestone)* فى الغسيل الرطب.

يوجد نوعين من انظمة الغسيل بالتجفيف:

- المرذاذ الدوار *(rotary atomizer)* .
- مجفف رذاذ لمائع مزدوج *(Dual - Fluid spray dryer)* .



شكل (67 – 3) نظام الغسيل بالتجفيف



شكل (66 – 3) قطرة رذاذ والعمليات الكيميائية التى تتعرض لها

يوضح شكل *(68 - 3)* نظام التخلص من كبريت غازات العادم باستخدام مجفف رذاذ من نوع المرذاذ الدوار. توجد أنواع متعددة من مجففات الرذاذ موضحة فى شكلى *(69 - 3)*، *(3 - 70)*.

ويوضح شكل *(71 - 3)* التمثيل الكامل لممتص مجفف المرذاذ من نوع المرذاذ الدوار فى المرذاذ الدوار، عادة تكون المادة الكاشفة هى الجير الطينى *(Lime slurry)* والذى يدخل الى المجفف الرذاذ عن طريق المرذاذ الدوار. تختلط وتتفاعل قطرات رذاذ الجير (الناتجة من المرذاذ) مع غازات العادم الساخنة وتشكل بودرة جافة. خلال هذه العملية ينتزع ثانى اكسيد الكبريت (والغازات الحمضية الاخرى) من غازات العادم. تهبط البودرة الجافة الى قاع المجفف. وتجمع فى خزان تجميع الاتربة أو فى مترسب كهروستاتيكى.

من الأنواع الاخرى للغسيل بالتجفيف مجفف رذاذ ذى مائع مزدوج، والموضح فى شكل *(72 - 3)* والذى يمكن استخدامه فى التطبيقات الصناعية ومع الغلايات. فى هذا النوع، يتم الرذاذ الرأسى لمحلول طينى قلوى على غازات العادم فى مجفف الرذاذ. تمتص قطرات الرذاذ ثانى اكسيد الكبريت والغازات الحمضية الاخرى بينما تبخر حرارة غازات العادم القطرات، تتجمع الجزئيات الصلبه والاتربة فى المرشح النسيجى أو فى المرسب الكهروستاتيكى.

يوضح شكل *(73 - 3)* أحد أنواع محارق الفحم والمحتويه على طبقة مائعة والذى يستخدم فيها مرسب سيكلون لتجميع الاتربة.

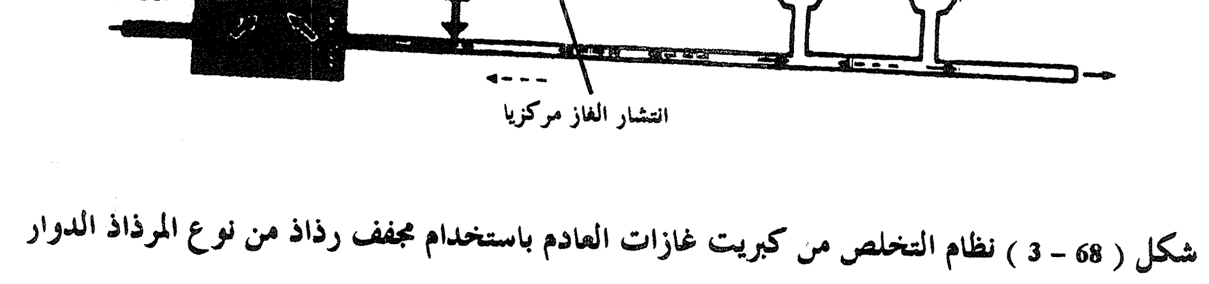
باستخدام الطريقة الجافة يتم التخلص من ثانى اكسيد الكبريت بنسبة تتراوح بين *70 - 80%*

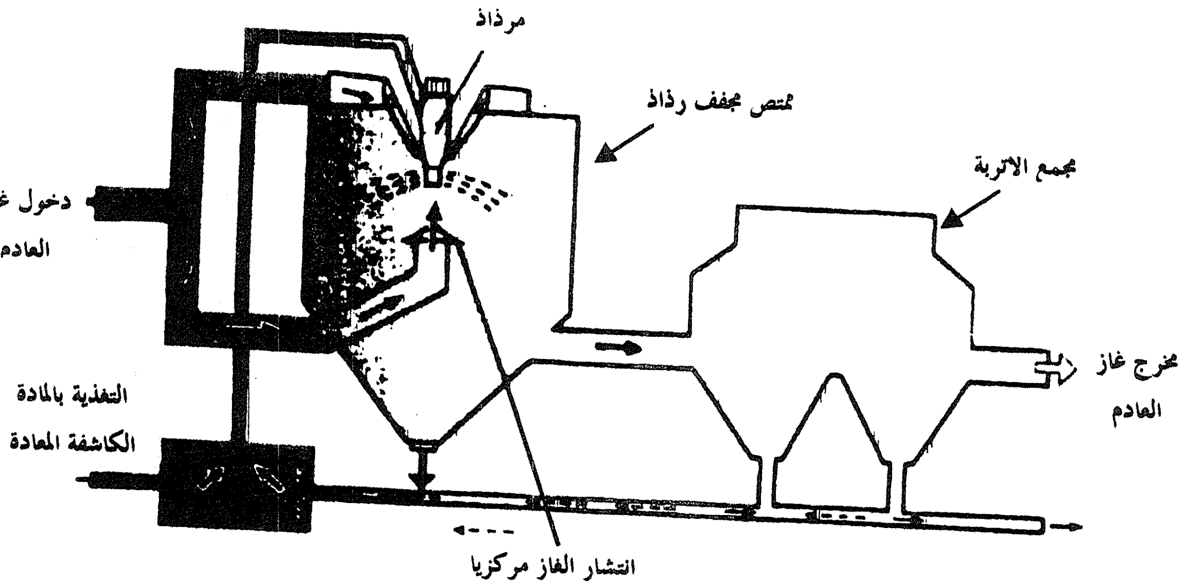
مثال

تنتج غلايه *225000 Ib* من البخار كل ساعة وتحرق *13.9* طن فحم فى الساعة. القيمة الحرارية للفحم *11400 btu/Ib* وجد بالاختبار أن الجسيمات *(particulates)* الناتجة من الغلاية *3804 Ib*

أ – احسب الجسيمات المتسربة لكل مليون *Btu* حرارة داخلة للفرن.

ب – لتقليل هذه الانبعاثات بقيمة *0.03 Ib* لكل مليون *Btu* أحسب الكفاءة المطلوبة للمرسب





شكل (68 - 3) نظام التخلص من كبريت غازات العادم باستخدام مجفف رذاذ من نوع المرذاذ الدوار

تركيبة من التدفقات المتساوية والمتضادة

مدخل التغذية

دخول الغاز

دخول الغاز

خروج الغاز

مخرج المواد الصلبة

تدفقات متساوية من مرذاذ احادى

مدخل التغذية

دخول الغاز

خروج الغاز

مخرج المواد الصلبة

تدفقات متساوية من مرذاذات متعددة

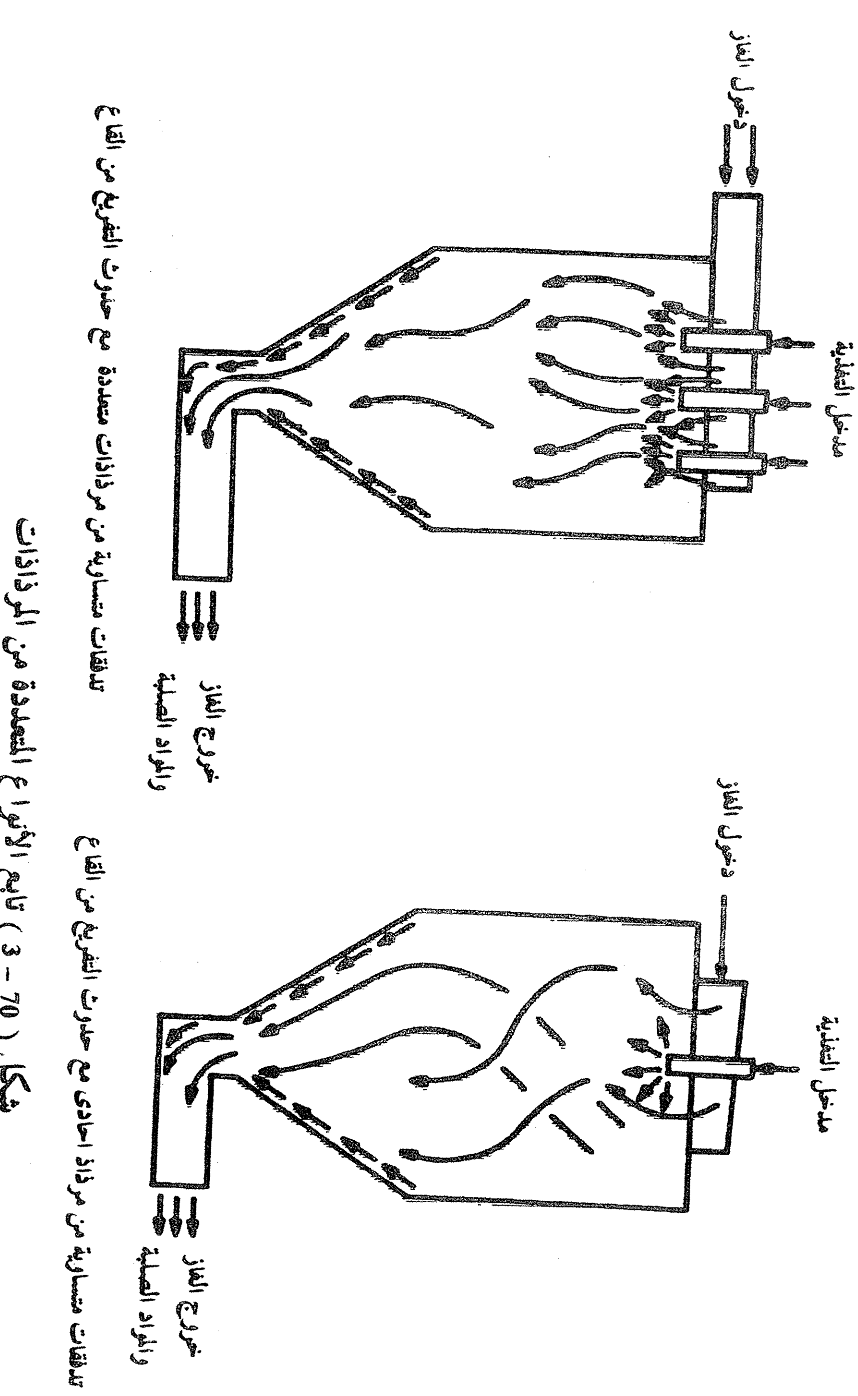
مدخل التغذية

دخول الغاز

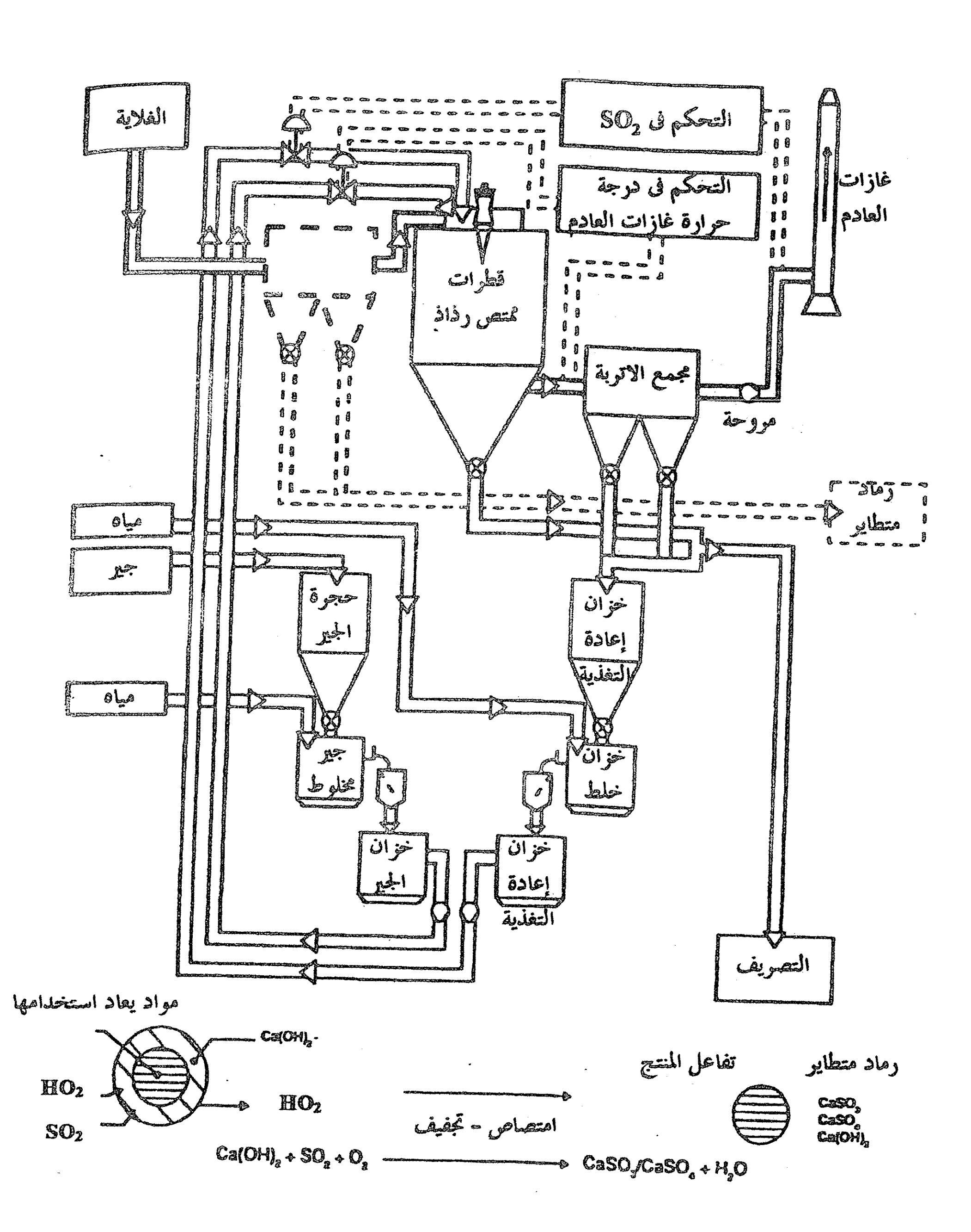
خروج الغاز

مخرج المواد الصلبة

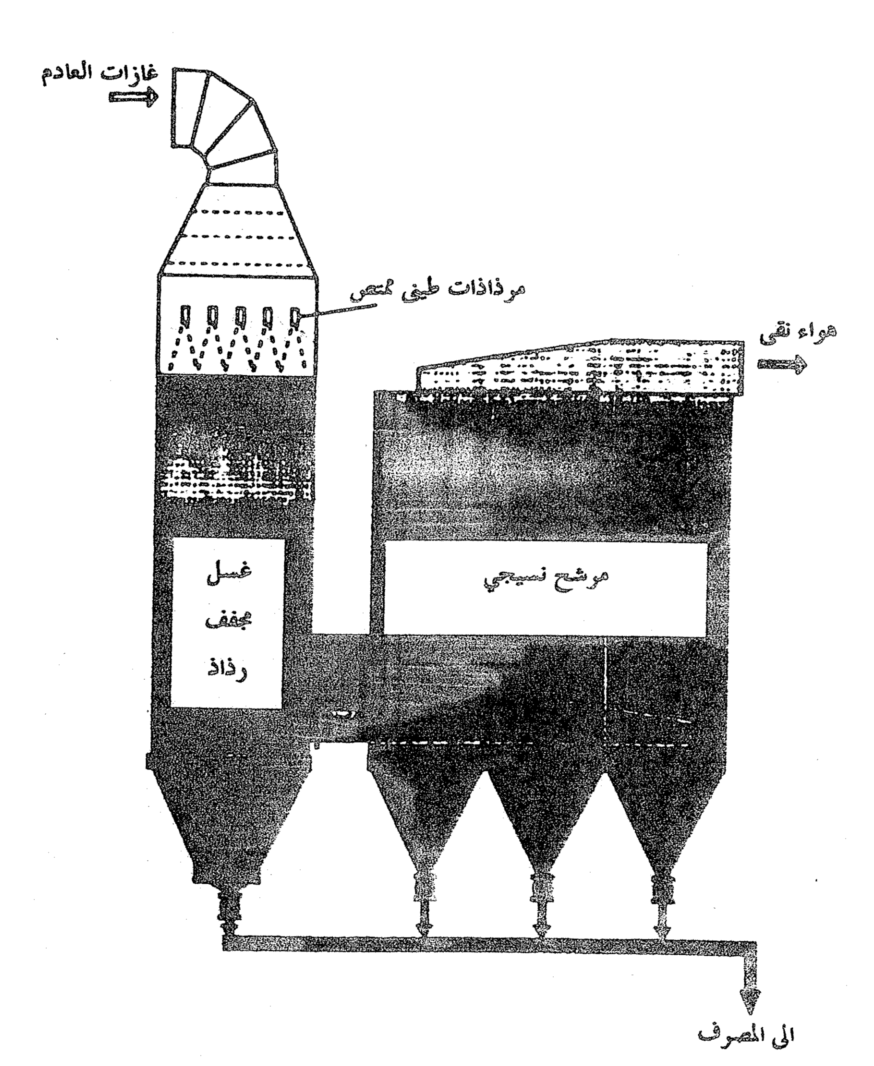
شكل (69 - 3) الأنواع المتعددة من المرذاذات



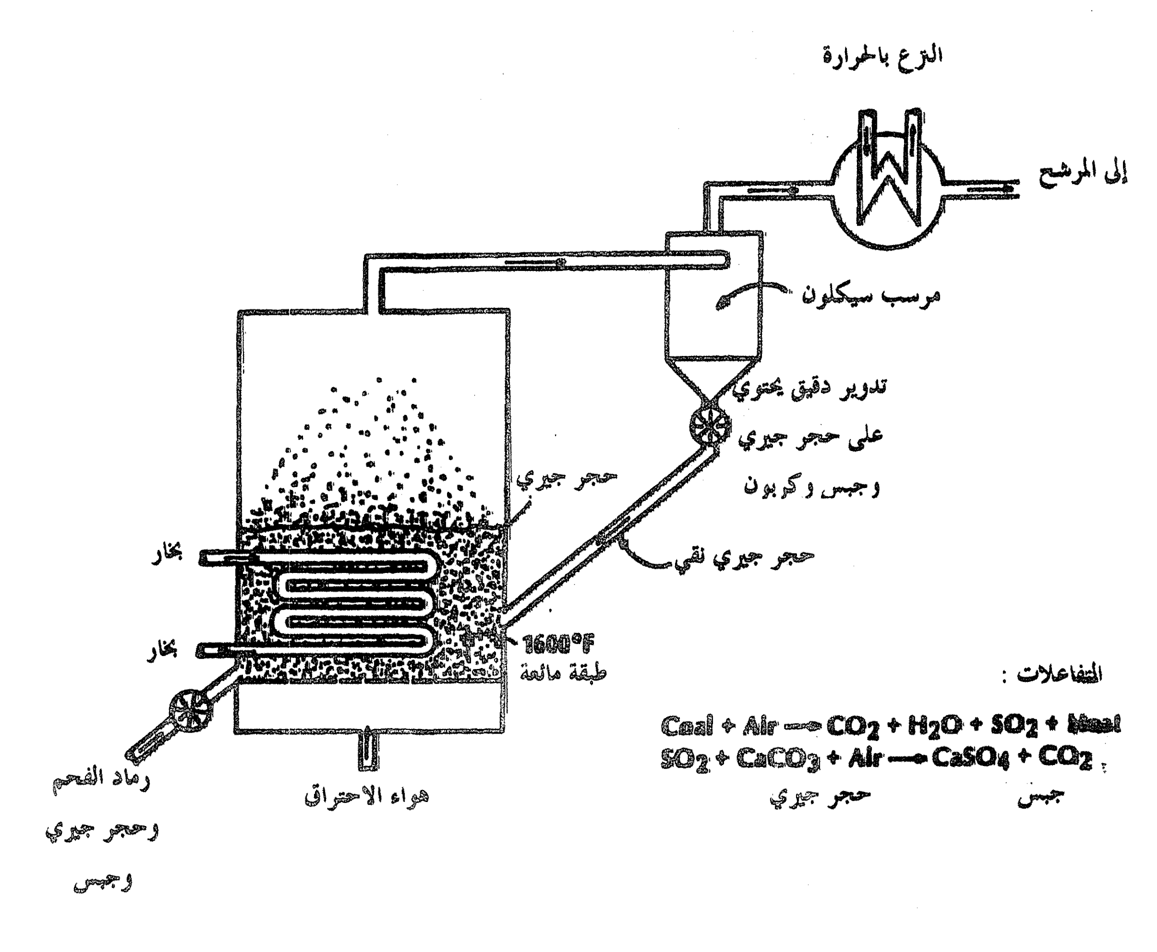
شكل (70 - 3) تابع الأنواع المتعددة من المرذاذات



شكل (71- 3) التمثيل الكامل لممتص مجفف الرذاذ من نوع المرذاذ الدوار



شكل (72 - 3) جهاز غسيل بالتجفيف / الرذاذ



شكل (73 - 3) محرقة فحم تحتوى على طبقة مائعة

الحل

$$(furnace\ heat\ input) = (13.9\ ton/h) * (2000\ Ib/ton) * (114000\ Btu/Ib)$$

حرارة مدخل الغرف $= 317 * 10^6\ Btu/h$

$$\text{الجسيمات المتسربة من الغلاية} = \frac{3804\ Ib}{317 * 10^6\ Btu} = \frac{12\ Ib}{10^6\ Btu}$$

أى أن الجسيمات المتسربة $12\ Ib$ لكل مليون Btu

$$\text{كفاءة التجميع} = \frac{12 - 0.03}{12} * 100 = 99.75\%$$

ثانيا : أكاسيد النتروچين (NO_x)

يتكون أول اكسيد النتروچين (NO) وثانى اكسيد النتروچين (NO_2) خلال عملية الاحتراق.

ويرمز لأكاسيد النتروچين بالرموز (NO_x) تتكون أكاسيد النتروچين المنبعثة من محطات الاحتراق من 90% أول اكسيد النتروچين، والذى يتأكسد بسرعة عند اختلاطه بالهواء متحولا إلى NO_2 وعلى ذلك فان نتائج الاحتراق تعرف كمية NO_2، يتفاعل NO_2 فى الجو المحيط مع المياه H_2O وينتج حمض النيتريك [1] (nitric acid) (HNO_3) والذى يصل إلى الارض فى صورة ايونات نترينيه (nitrate ions) مترسبه. عند تجمع كميات كبيرة من النتروجين على الارض فانه يحدث تغييرات كيميائية وبيولوچية (أحيائى).

أن الانتاج البيولوچى من أكاسيد النتروچين بواسطة البكتريا الهوائية هو المصدر الغالب لمصادر النتروچين بالبيئة ويلى ذلك المصادر الأخرى الناتجة من وسائل النقل، ثم من قطاعى الصناعة وانتاج الطاقة الكهربائية بالترتيب.

لغاز ثانى أكسيد النتروچين لون بنى محمر وهو غاز سام وخطير جدا. تؤدى الكميات الأعلى من $100\ ppm$ إلى قتل أغلب الحيوانات. يؤدى الهواء المحتوى على نسب مرتفعة من NO_x إلى زيادة حساسية العدوى فى الرجال. تتأثر البيئة تأثرا سالبا عند الدرجات العالية من الحموضة. مقارنة بتأثير أكاسيد الكبريت بالحموضة فإن تأثير أكاسيد النتروچين تكون حوالى 60%، الامر الذى استلزم وضع حدود لهذه الانبعاثات وعلى سبيل المثال:

---

(1) حمض نيتريك : هو حمض معدنى قوى. من استخداماته الرئيسية فى الصناعة إنتاج الاسمدة والمتفجرات.

فى السويد وضعت توصيات جديدة لاقصى انبعاثات من محطات الاحتراق كما يلى :

- اقصى انبعاث لـ NO_x للمحطات التى تتعدى 300 ton هو
  0.05 - 0.10 g NO2/MJ
- المحطاتب الاخرى والمحتوية على احتراق وقود لـ 10 MW هو
  0.10 - 0.20 g NO_2/ MJ

وذلك بالنسبة للمحطات الجديدة وتوجد حدود أخرى للمحطات القائمة.

عادة يقاس انبعاث NO_x لحمل أو أكثر خلال التفتيش الدورى. كما توجد طرق للقياسات المستمرة للحصول على انبعاث NO_x سنويا.

يوضح جدول (12 - 3) الانبعاثات القياسية للـ NO_x فى بعض الدول

جدول (12 - 3) القيم القياسة لـ NO_x لبعض الدول

الدولة	البـنـد	القيمة القياسية g NO_2/ MJ
امريكا	* محطات احتراق بالوقود الصلب والتى يتعدى فيها استهلاك الوقود 20 MW	0.23 - 0.32
	* المحطات المستخدمة للزيوت كوقود.	0.14
اليابان	* محطات احتراق بالوقود الصلب.	0.22 - 0.25
	* محطات تستخدم الزيوت كوقود.	0.10
	* محطات تستخدم الغاز الطبيعى كوقود	0.03 - 0.08

من الغازات الأخرى المنبعثة من محطات الاحتراق غاز أكسيد النتروز [1] (nitrous oxide) N_2O (والذى يسمى ايضا بالغاز المضحك). يشارك غاز اكسيد النتروز فى التأثير على ظاهره الاحتباس الحرارى، ويتحلل من خلال استهلاك الاوزون [2] (O_3) فى الهواء الجوى. توضح القياسات أن كمية N_2O تصل إلى قيمة عالية بين 40% : 10% من NO_x المنتج من محطات الاحتراق.

---

(1) اكسيد النتروز : غاز له تأثير مخدر وقتى عند استنشاقه.

(2) الاوزون : شكل تآصلى من الاكسچين يحتوى على ثلاثة ذرات فى الجزئ. يستخدم كعامل تقصير للالوان ومؤكسد وفى تنقية مياه الشرب.

توجد عناصر مختلفة متعددة تؤثر فى انتاج NO_x من محطات الاحتراق. من هذه العناصر طرق الاحتراق *(Firing)* ونوع الوقود وسعة المحطه. ومن العوامل المؤثرة في إنتاج NO_x كمية الهواء الزائد *(excess air)* ودرجة حرارة الاحتراق. يوضح شكل *(74 - 3)* كمية NO_x المنبعثة من المحطات المختلفة.

التخلص من أكاسيد النتروچين *Removal of Nitrogen oxide*

تصنف تكنولوچيا تقليل أكاسيد النتروچين إلى الطريقة الأولية والطريقة الثانوية.

تعتمد الطرق الأولية *(primary methods)* على تقليل أكاسيد النتروچين إلى أقل ما يمكن بينما الطرق الثانوية *(Secondary)* تعتمد على تقليل أو التخلص من *NOx* بعمليات منفصلة متصلة بمخرج غازات العادم.

من الطرق الأولية :

(1) محرقات خاصة والتى تحد NO_x المنتج وتعرف بمحرقات أكاسيد النتروچين المنخفضة *(Low - NO_x - Burner)*.

(2) تقليل احمال الافران.

(3) ضبط درجة حرارة الاحتراق إلى المستوى المناسب.

(4) اعادة الاحراق *(reburning)*.

(5) اعادة دوران الغاز *(Gas recirculation)*.

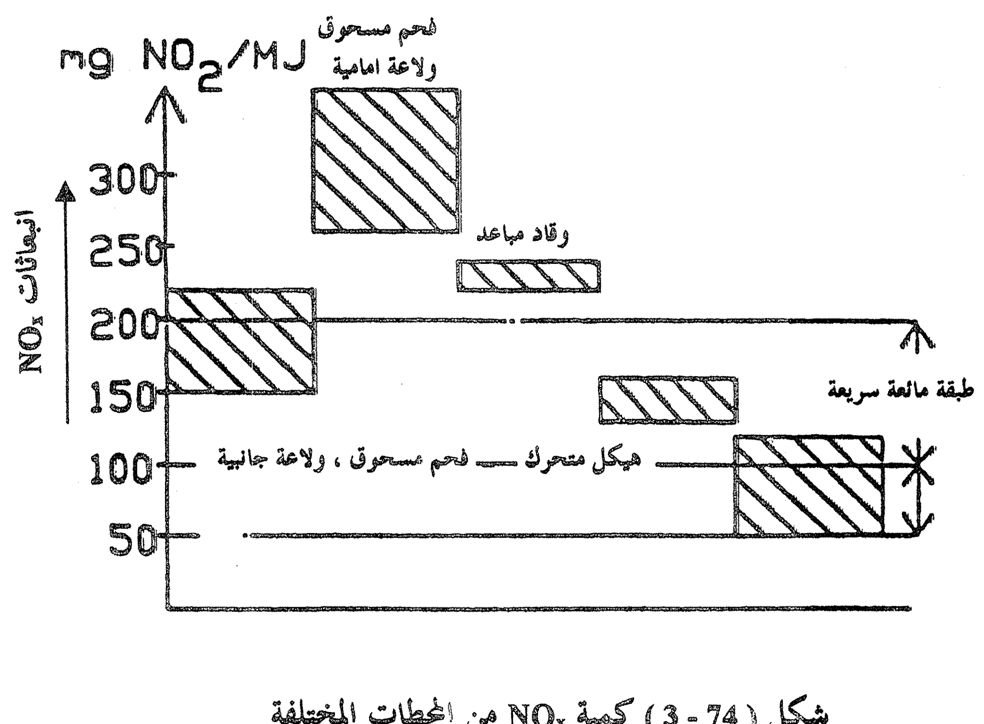
(6) التحكم فى مصدر هواء الاحتراق للحصول على كمية مناسبة من الهواء الزائد.

يتأثر تكون NO_x بكل من الوقود ذى النتروچين المقيد والنتروچين الموجود فى هواء الاحتراق ويعرف الـ NO_x المتكون بهاتين الطريقتين بأكاسيد نتروچين الوقود *(Fuel NO_x)* وأكاسيد نتروچين حرارى *(Thermal NO_x)* على التوالى. عادة، يساهم النتروچين بالوقود فى الجزء الاكبر من اكاسيد النتروچين المنتجه، لان الطاقة المطلوبة لتحلل نتروچين الوقود الموجود بالوقود يكون أقل من المطلوبه لتحلل جزئيات النتروچين / النتروچين الموجودة فى الهواء.

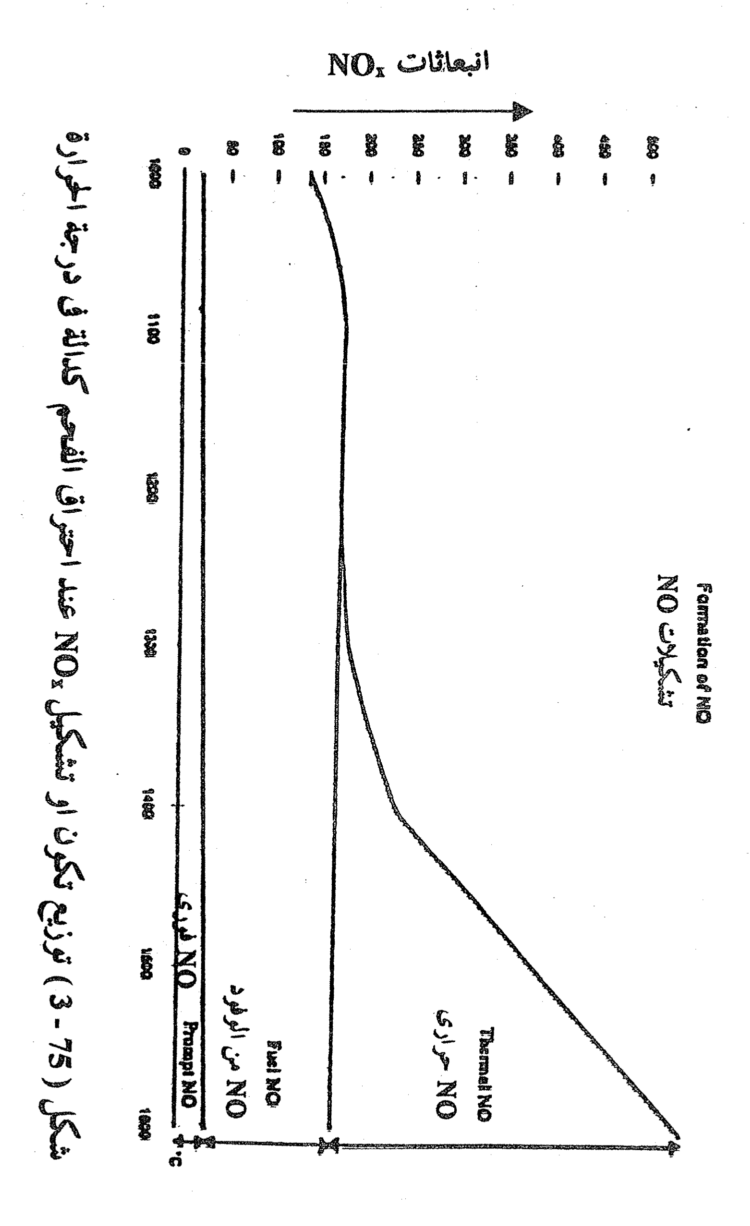
يحتاج اتحاد نتروچين الوقود إلى *250 : 630KJ* لكل مول [1] *(Mole)* بينما يحتاج اتحاد نتروچين / نتروچين إلى *940 KJ* لكل مول. لتحديد أكاسيد النتروچين المنتج يتم اختيار وقود له محتوى نتروچين منخفض. يوضح شكل *(75 - 3)* توزيع تكون NO_x عند احتراق الفحم كدالة فى درجة الحرارة.

---

(1) مول : الوزن الجزيئ الجرامى : هو عدد جرامات المادة المساوى لوزنها الجزيئ.



شكل (74 - 3) كمية NO_x من المحطات المختلفة



شكل (75 - 3) توزيع تكون او تشكيل NO_x عند احتراق الفحم كدالة فى درجة الحرارة

يوضح جدول *(13 - 3)* محتوى النتروچين *(nitrogen content)* لانواع الوقود الشائعة

جدول *(13 - 3)* محتوى النتروچين لانواع الوقود

نوع الوقود	محتوى النتروچين ٪
زيوت ثقيلة	*0.2 - 0.5*
فحم	*0.8 - 2.0*
وقود خشب	*0.1 - 0.5*

يتأثر أيضا النتروچين الناتج بكل من درجة حرارة الشعله وحمل الفرن. تؤدى درجة حرارة العالية للشعلة إلى زيادة أكاسيد النتروچين المتكونة. وعلى ذلك فإن دورة احتراق صغيرة مع درجة حرارة منخفضة للشعلة يؤديا إلى تحديد أكاسيد النتروچين المنتجة. للأفران كبيرة الحجم، والتى تبرد غازات الاحتراق بسرعة تحد أيضا أكاسيد النتروچين المنتجة.

من أبسط الطرق المتبعة فى أغلب الغلايات لتقليل أكاسيد النتروچين المنتجه، أن يحد تركيز الاكسچين بالفرن. يمكن الحد من النتروچين المنتج بزيادة تركيز الاكسچين والتحكم الدقيق فى الهواء الزائد خلال عمليات الحرق وعلى ذلك، عند احتراق الوقود الصلب يجب أن يؤخذ فى الاعتبار العناصر التالية إذا تم تقليل الهواء الزائد :

- مخاطر الخبث.
- زيادة كمية الوقود الغير محترق فى غازات الاحتراق والرماد.

توجد طرق متعددة لتقليل الاحتراق أو درجة حرارة الشعلة بهدف الحد من أكاسيد النتروچين المنتج. فى المحطات المحتوية على تسخين متقدم *(Preheated)* للهواء، تنتج كميات كبيرة من الـ NO_x الحرارى بالمقارنة بالـ NO_x الوقود. وتنخفض أكاسيد النتروچين المنتجه إلى حوالى النصف إذا كانت درجة حرارة الهواء بنفس المحطة $200°C$. وعليه ستنخفض كفاءة الغلاية والتى يمكن تعريفها بزيادة سعة المقتصد *(economizer)* .

ومن الطرق الأخرى لتقليل درجة حرارة الشعلة والحد من أكاسيد النتروچين المنتج، أن يتم اعادة دوران الغاز. تفصل بعض غازات الاحتراق من التدفق الرئيسى للغازات وتسحب إلى الفرن خلال مخارج الهواء المحترق الاولى والثانوى. كلما زاد سريان الغازات المارة المشاركة فى عملية الاحتراق كلما كانت درجة حرارة الشعلة أقل. وتقل سعة الاحتراق *(Firing capacity)* عند اعادة دوران غازات الاحتراق. وعلى ذلك، غالبا تجهز الغلاية بمروحة أكبر لغازات الاحتراق وبفرن أكبر سعة. فى الغلاية البخارية تتغير حرارة التوزيع بين اسطح المبادل الحرارى.

وعليه احيانا تقل مساحة سطح المحمص *(Superheater)* وتستخدم محرقات أكاسيد النتروچين المنخفضة *(Low - NO_x - Burners)* كنوع من اعادة دوران الاحتراق. تخرج الشعلة اشعاعيا مباشرة من الحارق. يوضح جدول *(14 - 3)* بعض قيم انبعاثات NO_x فى حالة اعادة دوران الاحتراق.

جدول *(14 - 3)* قيم انبعاثات *NOx* فى حالة اعادة دوران الاحتراق

نوع	انبعاث NO_x g/ MJ
احتراق فحم مسحوق	0.20 - 0.25
حرق الزيت	0.15 - 0.20
حرق الغاز	0.1
حرق الفحم فى طبقات مائعة	0.11 - 0.17

تؤدى الكمية الاكبر للهواء الزائد ايضا إلى انخفاض درجة حرارة الشعلة ولكن يستمر انتاج النتروچين بزيادة محتوى الاكسچين. علاوة على ذلك، تقل كفاءة الغلاية وتزيد انبعاثات أكاسيد النتروچين. فمثلا، إذا انخفض الهواء الزائد من *50%* إلى *20%* مع مشاركة *50%* من اعادة دوران غازات الاحتراق، عندئذ سيقل انبعاث غازات اكاسيد النتروچين بحوالى *80%*

تتغذى محارق أكاسيد النتروچين المنخفض (low - NO_x - burner) بهواء الاحتراق على اجزاء. وعليه يستمر الاحتراق على مراحل متعددة مصحوبا بانخفاض درجة حرارة الشعلة. فى المرحلة الأولى تضاف كمية غير كافية من الهواء لحرق الوقود بالكامل. ويستمر الاحتراق باضافة الهواء فى المرحلة التالية.. وهكذا حتى تضاف الكمية الكافية من الهواء الزائد. بهذه الطريقة تحد نسبة انبعاثات أكاسيد النتروچين إلى 0.25 - 0.3 g/ MJ عند احتراق الفحم وتصبح 0.15 g/ MJ عند حرق الزيوت الثقيلة.

خلال اعادة الحرق (reburning)، تقل أكاسيد النتروچين عن طريق تأثير الهيدروكربونات الموجودة فى مناطق تركيز الوقود بالغلايه. يحترق الجزء الرئيسى من الوقود بواسطة محرقة أكاسيد النتروچين المنخفض بالمرحلة الأولى فى منطقة انخفاض الاكسدة. ثم يمر غاز الاحتراق خلال المنطقة الثانية، وتتم التغذية بباقى الوقود (حوالى 15%). عند هذه المرحلة، يوجد اكسچين قليل للحرق الكامل للوقود. تتحد الهيدروكربونات واكاسيد النتروچين منتجه غاز نتروچين ومياه. فى المرحلة الثالثة والاخيرة تضاف كميات اكثر من الهواء للوصول إلى قيمة الهواء الزائد واحداث الاحتراق الكامل للوقود.

تستخدم طريقة اعادة حرق الغاز بنجاح فى محطات حرق النفايات لتحويلها إلى رماد. حيث ينخفض NO_x المنبعث إلى حوالى 50% حيث يكون مستوى NO_x المنبعث من محطة حرق النفايات (Waste incineration plant) مساويا تقريبا أو اكبر من المنبعث من محطات الوقود الصلب والذى يكون حوالى $300\ mg/\ n\ m^3$

إذا لم تكن الطرق المذكورة كافية لتقليل انبعاثات أكاسيد النتروچين عندئذ تستخدم أحد الطرق الثانوية الآتية :

- الطرق الجافة Dry methods.
  * التقليل باختيار مادة غير حفازة Selective non - catalytic reduction (SNCR).
  * التقليل باختيار مادة حفازة Selective catalytice reduction (SCR).
  * التخلص من أكاسيد النتروچين والكبريت معا.
- الطرق الرطبه Wet methods
  * امتصاص قلوى وأوزون (Ozone + alkali absorption).
  * امتصاص مركب (Complex absorption).
  * مركبات عضوية، محاليل كبريتية (Sulphite solutions + organic compounds)

فى الطريقة *(SNCR)* تضاف الامونيا [1] *(ammonia)* أو اليوريا [2] *(urea)* لغازات الاحتراق. تتفاعل المواد مع أكاسيد النتروچين وينتج غاز النتروچين والمياه وتكون درجة الحرارة بين *900 : 1100°C* وبالقياسات يتضح أنه تم التخلص من *50 :70%* من أكاسيد النتروچين.

فى الطريقة *(SCR)* تحقن مادة الامونيا إلى غاز الاحتراق عند درجة حرارة حوالى *350°C* (أو بين *300 : 400°C*). يمر غاز الاحتراق خلال مادة حفازة [3] وتتفاعل أكاسيد النتروچين مع الامونيا وتنتج غاز النتروچين وماء. هذه الطريقة تتخلص من حوالى *80 : 90%* من هذه الأكاسيد.

تركب معدات *(SCR)* بثلاثة طرق مختلفة هى :

- نظام الاتربة العالى *(High dust)* (أمام المسخن المتقدم للهواء ومجمع الاتربة) وهذا يعنى أن المفاعل يعمل مباشرة لغازات العادم مع تركيزات الجسيمات العالية وتركيزات الغاز الحمضى العالية.
- نظام الاتربة المنخفض *(Low dust)* (بين المسخن المتقدم للهواء ومجمع الاتربة).
- نظام نهاية المؤخرة *(Tail end)* (خلف مجمع الاتربة ونظام التخلص من SO_2).

فى هذا الموضع يكون غاز العادم أكثر نظافة وبدون جسيمات وغازات حمضية .

غالبا ما يكون حفاز *(Catalyst)* الطريقة *SCR* مركب من مكونات كيميائية متعددة.

عادة تكون الحفازات التجارية فى الطور الفعال لخامس اكسيد الفاناديوم [4] *(Vanadium Pentoxide)* وثالث اكسيد التنجستن *(Tungsten triocxide)* محملا على تيتانيوم [5] *(Titanium)* تقل فاعلية الحفاز مع الوقت، ويعتمد ذلك اساسا على:

---

(1) أمونيا (نشادر) : غاز لا لون له، له رائحة نفاذه، سريع الذوبان فى المياه والكحول. يحصل عليه تجاريا من الأزوت الجوى ومن محلول النشادر يتفاعل مع جميع الاحماض تقريبا مكونا أملاحا، ويستخدم فى عمليات كثيرة وفى التبريد.

(2) اليوريا : مادة صلبه بيضاء لا رائحة لها منشوريه متبلورة تحتوى على *46.1%* نتروچين (فى الحالة النقية) ينتج حاليا بالتخليق من النشا وثاني اكسيد الكربون.

(3) حفاز (عامل مساعد) : مادة تزيد أو تقلل من سرعة تفاعل كيميائى، أو تسمح بحدوثه عند درجة حرارة منخفضة أو تحت ضغط منخفض أو عند كليهما معا. وهذه المادة تبقى فى العادة دون أن يعتريها تغير، أو قد تتغير فى بعض الحالات، غير أنه يسهل تجديدها لاعادة استخدامها.
والحفز هو ازدياد أو انخفاض سرعة تفاعل كيميائى نتيجة وجود مادة لا يعتريها أى تغيير بعد هذا التفاعل.

(4) خامس اكسيد الفاناديوم : $(V_2 O_5)$ مادة حفازة وأحد كيميائيات التصوير الفوتوغرافى والنسيج. يدخل فى تركيب بعض أنواع الزجاج.

(5) تيتانيوم : عنصر فلزى رمزه *(Ti)* عدده الذرى *22* له مقاومة ممتازة للتآكل.

- التلبيد *(Simtering)* : (هو دمج حبيبات فلز، أو مادة سيراميكية، بعضها مع بعض بتسليط الحرارة وكذلك يسلط الضغط عادة).
- التسمم *(Poisoning)*
(تكون المواد القلويه سامة للحفاز).
- مانع السم *(Blocking of pores)*

للغلايات التى تعمل بالوقود الاحفورى فان نظام الاتربة العالى هو الاكثر شيوعا. بينما يستخدم نظام الاتربة المنخفض عندما تكون معاوقية الرماد البارد منخفضة عند درجة حرارة عالية، وتكون تكلفة المرسب ومفاعل *SCR* أرخص من تكلفة نظام الاتربة العالى. كذلك فان نظام الاتربة المنخفض مناسب لطرق حرق النفايات.

عندما تركب الاجهزة خلف المسخن المتقدم للهواء، عند نهاية النظام، يجب أن تسخن غازات الاحتراق حتى *350°C*. قبل ترك غازات الاحتراق، تسترجع الحرارة عن طريق التبادل الحرارى والذى يتصل بالغازات النقية. وهذا يدل على أن كفاءة الغلاية لا تنخفض بدرجة كبيرة.

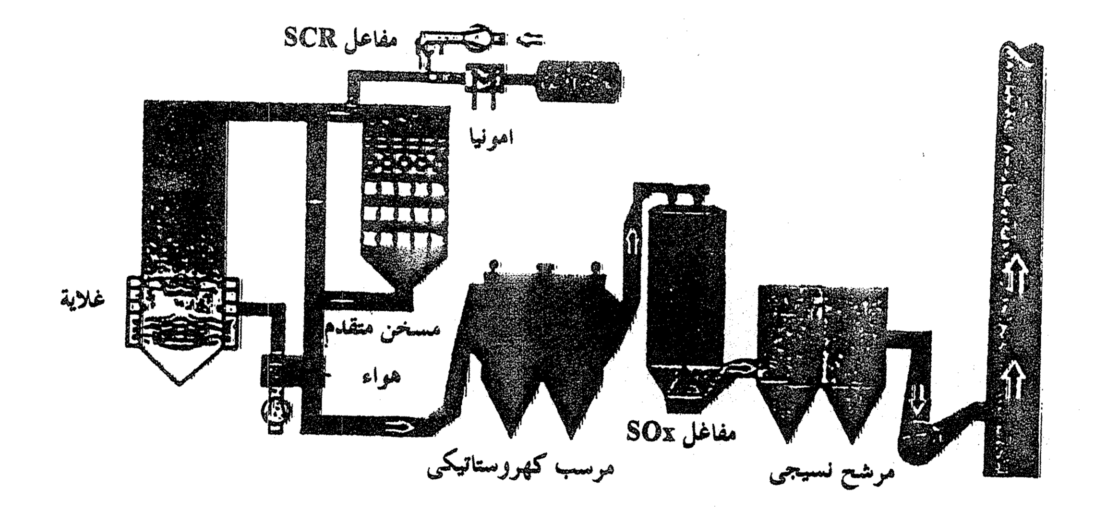
يوضح شكل *(76 - 3)* وضع تركيب نظام الاتربة العالى لمحطة الغلاية.

ويوضح شكل *(77 - 3)* وضع تركيب نظام الاتربة المنخفض لتربينه غازية.

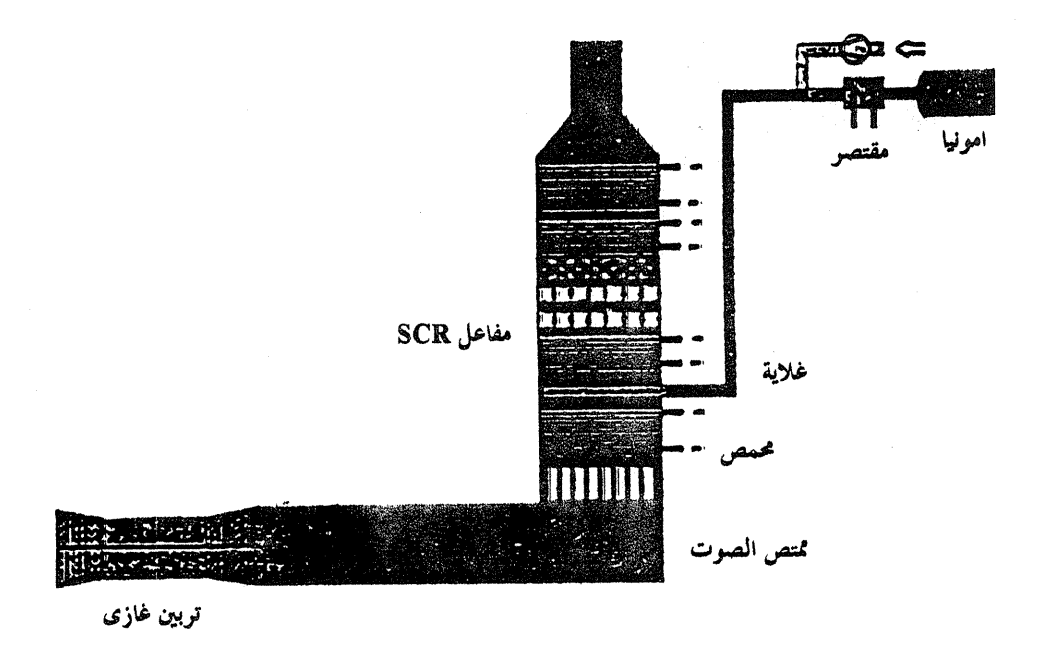
بينما يوضح شكل *(78 - 3)* وضع تركيب نظام نهاية المؤخرة لمحطة حرق النفايات.

فى الطرق التى تتخلص من كل من الكبريت وأكاسيد النتروچين تستخدم طبقة من الفحم الكربونى الفعال *(active carbonized coal)* كأحد المواد المسموحة. حيث يمتص اكسيد النتروچين كمرحلة أولية. بعد ذلك تجهز الامونيا لتقليل أكاسيد النتروچين وتحويلها إلى غاز نتروچين ومياه. يعتبر الفحم الكربونى الفعال أحد المواد الحفازة *(Catalyzer)*.

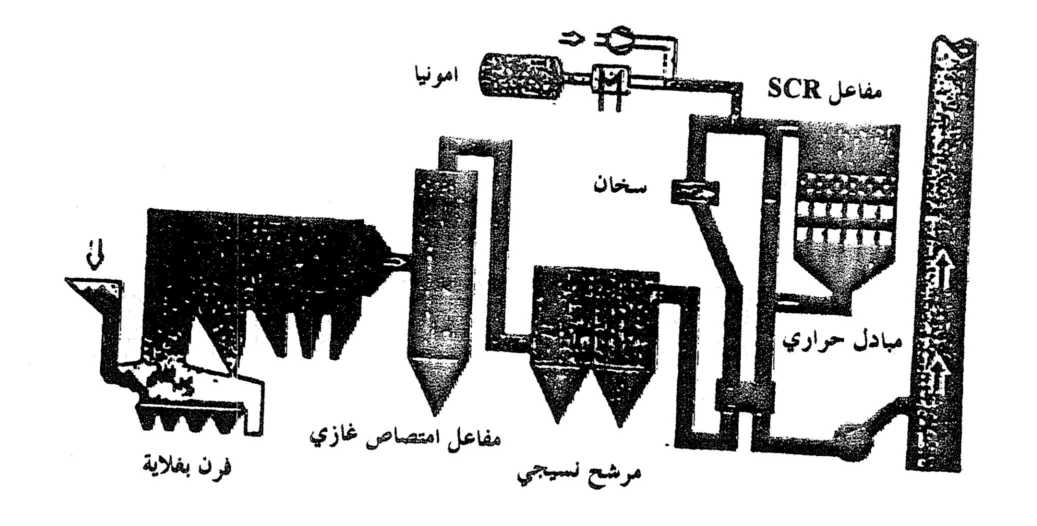
يوضح شكل *(79 - 3)* مثال توضيحى لكيفية التخلص من أكاسيد النتروچين وثانى اكسيد الكبريت الموجودة فى غازات العادم الناتج من غلاية حرق الفحم. من خلال مرور الغازات على الحفاز يتأكسد ثانى أكسيد الكبريت إلى ثالث اكسيد الكبريت *(Trioxide)* وتقل اكاسيد النتروچين وتتحول إلى نتروچين حر ومياه، ويتحول ثالث اكسيد الكبريت إلى حامض كبريتيك والذى يسترد من خلال مكثف الحامض الكبريتى الرطب *(Wet sulphuric acid)* *(WSA)*. لا يتم تكوين مواد خام أو كمياويات، أو انتاج نفايات أو مياه ملوثة عن طريق جزء. الامونيا المستخدم لتقليل اكاسيد النتروچين.

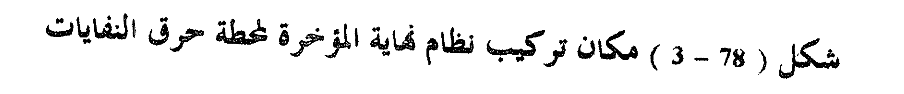


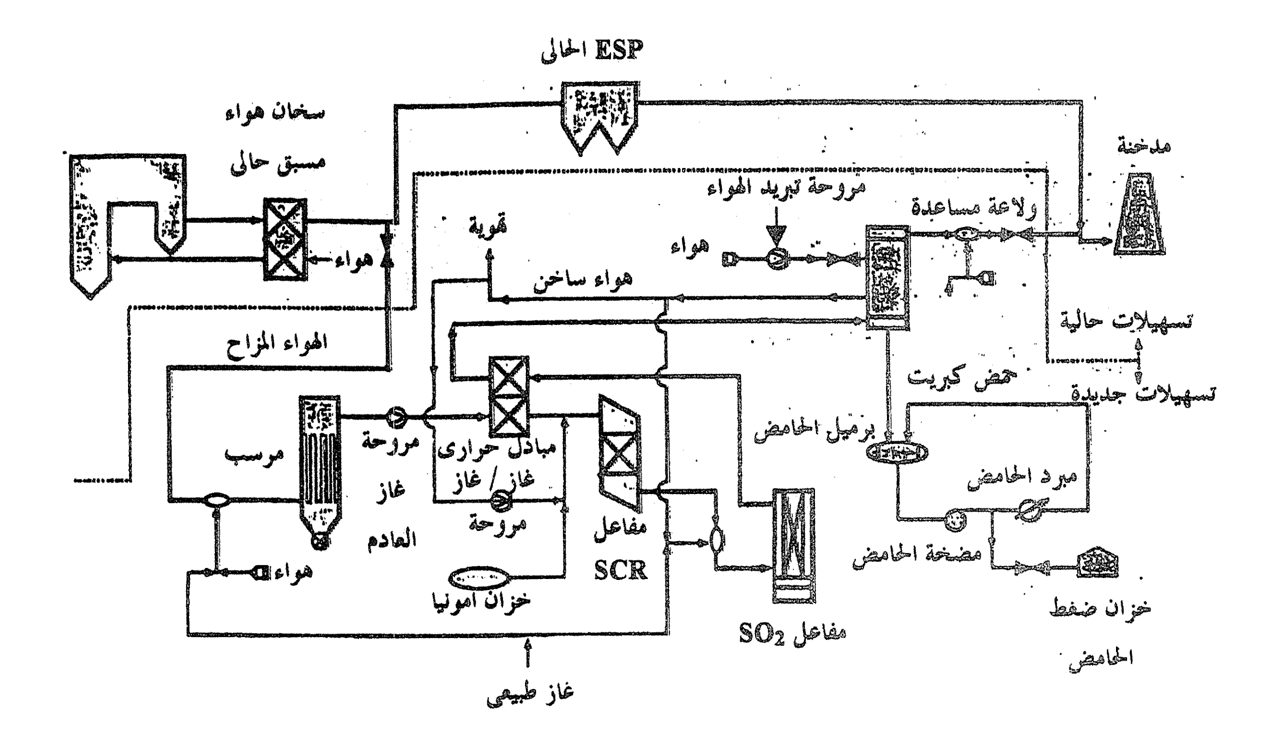
شكل (76 - 3) مكان تركيب نظام الاتربة العالى لمحطة الغلاية



شكل (77 - 3) مكان تركيب نظام الأتربة المنخفض لتربة غازية




شكل (78 - 3) مكان تركيب نظام نهاية المؤخرة لمحطة حرق النفايات




شكل (79 – 3) شبكة متكاملة لكيفية التخلص من اكسيد النتروجين وثانى اكسيد الكبريت

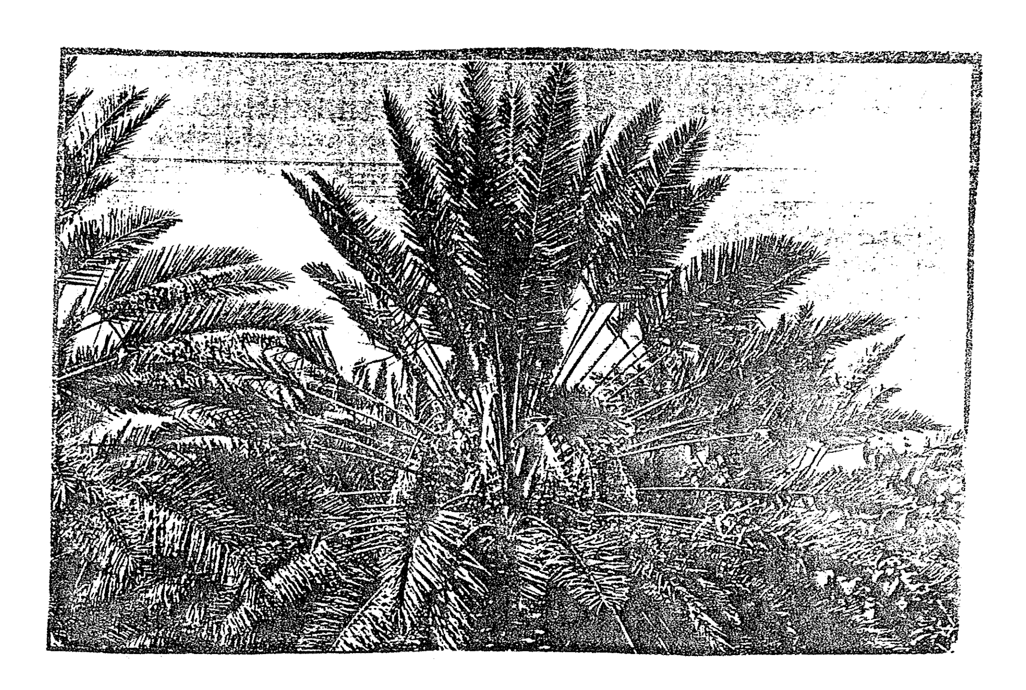
وفى مكثف *WSA* من النوع ذى التبريد بالهواء *(Air - cooled falling film)* . تمر غازات العادم من خلال أنابيب زجاجية رأسيه، لانه يتم التحكم بدقة فى اختلاف درجة الحرارة بين طبقة الغاز داخل الانابيب والاضطراب فى الغاز، ويحدث تكثف للحامض الكبريتى بدون تكون ضباب الحمض.

ويتحرك منحدرا خلال عداد السريان مع غازات العادم الساخنة، وتتركز الطبقة الحمضية لاكثر من *93wt°%* حمض كبريتى.

هذا النظام مركب لغازات عادم مأخوذة من *35 MW* هواء مزاح من غلاية من النوع ذى الحرق - سيكلون *(Cyclone - fired boiler)* بقدره *115 MW* ويحتوى الفحم المستخدم على *3%* كبريت.

يلخص جدول *(15 - 3)* الطرق الشائعة للتحكم فى تلوث الهواء.

بينما يوضح جدول *(16 - 3)* طرق التحكم فى كبريتيد الهيدروچين الملوث للهواء.

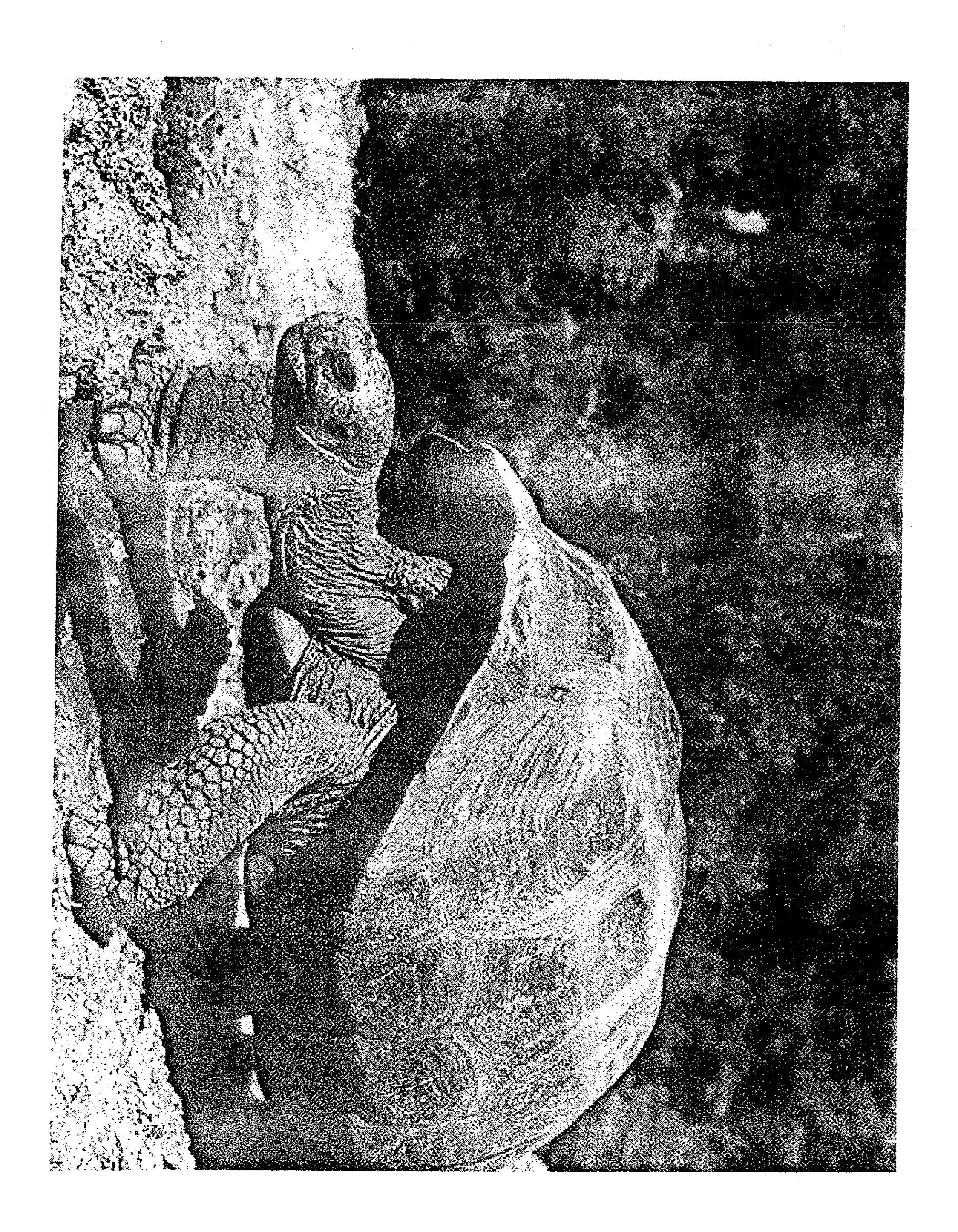


جدول (15 - 3) بعض الطرق الشائعة للتحكم فى تلوث الهواء الصناعى

نوع التلوث	وسيلة التحكم	ملاحظات وتعليق
جسيمات الاتربة تتراوح الكفاءة بين 85% إلى 99.9%	رذاذات المياه	مؤثرة وفعالة وخاصة فى وجود عوامل بلل ورطوبة مصاحبه لحالة الوقود الاحفورى والزيوت العضوية.
	الحلزونات الفاصلة (سيكلون)	تصل كفاءة الفصل إلى حوالى 85% وتستخدم لفصل جسيمات بقطر يتراوح بين 5 - 20 ميكرون.
	معدات الغسل (مثل غرف الرذاذات، الحلزونات الرطبه، معدات الغسل الميكانيكية، فنتورى، الابراج المحشوة.	تصل كفاءة الفصل حوالى 90% للجسيمات بقطر أقل من 5 ميكرون.
	اكياس الترشيح.	تصل كفاءة الفصل حوالى 99% للجسيمات المتولدة من مصانع الاسمنت والصلب.
	مرسبات كهروستاتيكية.	تصل كفاءة الفصل حوالى 99.9%
ثانى اكسيد الكبريت تتراوح الكفاءة بين 90% إلى 95%	طريقة القلوى المزدوج	باستخدام محلولين قلويين للغسيل هما هيدروكسيد الصوديوم وكبريتيت الصوديوم.
	طريقة الغسيل بالجير وبالجير الحجرى	ينتج عنها حمأة غير قابلة للاسترجاع وتحتوى على الجبس.
أكاسيد النتروجين	التحكم فى الاحتراق (الاشعال فى وجود قليل من الهواء الزائد، الحرق المتدرج، اعادة استخدام غازات العادم، حقن المياه، تسخين الهواء المختزل).	يتم التحكم فى محتوى الأكسجين ودرجة الحرارة بالقرب من لهب الفرن.
	تصميم كفء للوحدة (المعدات - التشغيل - الصيانة)	وذلك لتفادى والتغلب على الحرق غير الكامل لوقود الغلايات والافران والسخانات ومعدات الديزل.
	المداخن الطويلة	عند تصميم المداخن الطويلة يجب أن يؤخذ فى الاعتبار التغيرات الجوية التى قد تحد من التخفيف. ويعد الكسح الجوى، بما فى ذلك الترسيب بالغسيل أحد التأثيرات الجانبية الضارة جدا حيث أن أكاسيد النتروجين والكبريت تتحول إلى حمض نيتريك والكبريتيك أو أملاح حمضيه فى الجو والتى يتم امتصاصها من غازات العوادم بواسطة قطرات المطر. ومن الملاحظ أن المحيط البيئى للبحيرات الواقعة على بعد مئات من الكيلومترات تتأثر تأثرا سلبيا بالمطر الحمضى.

جدول (16 – 3) طرق التحكم فى كبريتيد الهيدروجين الملوث للهواء

الطريقة		ملاحظات وتعليق
طريقة ستريتفورد	*Stretford process*	طريقة الامتصاص : باستخدام محلول ميتافانيدات الصوديوم كمحلول امتصاص، ويجب أولا معالجة الغاز للتخلص من CO_2, CO
طريقة سيليكسول	*Selexol proxess*	طريقة الامتصاص : حيث يتم التخلص من مركبات الكبريت التى لا يمكن التخلص منها بطريقة ستريتفورد.
طريقة كلاوس	*Claus process*	حيث يجب أن يحتوى خليط الغازات ايضا على SO_2 وينتج عنها كبريت عنصرى. توجد بها مشاكل خاصة بالصيانة ووقف التشغيل.
طرقة سكوت	*Scot process*	بها محلول حفرى ويتأثر سلبيا بوجود تركيزات عالية من CO_2
الحرق	*Incineration*	حيث يتحول H_2S إلى SO_2



الفصل الرابع
المسح البيئى وتخفيض الملوثات

Environmental Inventory and Pollution Reduction

تكون أفضل الطرق لتقليل التأثيرات البيئية من المنشآت الصناعية أن يؤخذ فى الاعتبار احتمالات التلوث فى مراحل التصميم. عند هذه المرحلة يمكن الاختيار بين العمليات المختلفة. ومن المحتمل ايضا تصميم المعدات بحيث تكون مفقودات الهواء والمياه صغيرة، والوصول إلى عمليات مثالية بمفقودات قليلة ومسترجع منخفض.

توجد حاليا فى كثير من الدول قوانين وقواعد تحكم التلوثات البيئية من بعض الانشطة المحددة ـ وكذلك الاعتبارات البيئية التى يجب أن تراعى قبل إنشاء مصنع أو منشأة جديدة. وبالنسبة للمصانع الشغالة يجب أن تزيد التحكمات فى الطلب وبالتالى انخفاضات انبعاثات الهواء والمياه. وهناك من القوانين البيئية والسلامة والصحة المهنية التى تلزم كثير من الصناعات بالحد من الملوثات الكيميائية.

لتقليل الانبعاثات البيئية الفعلية للمصانع الشغالة نحتاج لدراسة مفصلة ودقيقة للمصنع ولمراحل الانتاج المختلفة. ويكون الهدف من هذه الدراسة تحديد المصادر الكبيرة للانبعاثات وتوضيح لانواع الانبعاثات المراد التخلص منها.

يتم إجراء خطوات متعددة بالمصنع أو المنشأة. كمسح بيئى *"Environmental inventory"* يشبه مسح الطاقة *"energy inventery"* والذى يتم ضمن مشروعات ترشيد الطاقة.

خطوات المسح البيئى

- خطة المشروع.
- قياس الانبعاثات والمواد الكيميائية المستخدمة.
- موازنة المواد.
- احتمالات استرداد وتقليل التلوث البيئى.
- حسابات التكلفة وأولوية القياس.
- خطة القياسات.
- التطبيقات.
- المراجعة بعد التطبيق.

وفيما يلى توضيح لكل خطوة .

(1) خطة المشروع *Project planning*

يجب أن يكون القرار بناء على اهداف المشروع وهو أول مراحل خطة المشروع.

من الأفضل عمل مسح بيئى كامل لجميع مراحل ومكونات المصنع للوصول إلى صورة واضحة وكاملة عن الانبعاثات فى المصنع أو المنشأة ثم التركيز على قياس اكبر وأخطر مصادر الانبعاثات. احيانا يكون المسح البيئى مقيدا خاصة بالنسبة للتكلفة والوقت.

يجب أيضا أن يحدد الهدف من المشروع. هل الهدف تقليل الانبعاثات باجراء قياسات بسيطة، أم تقليل الانبعاثات بتركيب أجهزة الغاء أو تقليل للانبعاثات *(abatement equipment)*.

لإجراء تطبيقات المسح البيئى المطلوبة فى أغلب الحالات يجب التعاون بين الاشخاص المسئولين عن العمليات والاشخاص ذوى الخبرة فى عملية المسح. بالمقابل، يجب تدريب الاشخاص على القياسات البسيطة، أما بالنسبة لمرحلة التخطيط يجب أن تتم بمعرفة خبراء استشاريين لمتابعة المشروع حتى النهاية.

(2) المسح البيئى *Environmental inventory*

الغرض الاساسى من المسح البيئى هو تحديد كيف وأين توجد الانبعاثات الكيميائية المختلفة بالمصنع وايضا كميات الانبعاثات.

وتعتبر بداية المسح كأول خطوة لتحديد كمية المواد الخام والمواد الكيميائية وكيفية استخدامها وأماكن تواجدها بالمصنع، ايضا مراجعة كميات المنتج والنفايات وكيفية علاجها وأماكنها. مع الاخذ فى الاعتبار كل من الانبعاثات الناتجة من التشغيل العادى أو من عمليات التوقف والصرف والتنظيف.

يمكن تقسيم النفايات تبعا للتصنيف الآتى :

- مواد غير فعالة *Unreacted material*
- شوائب *Impurities*
- منتجات ثانوية *By - Products*
- مساعدات *Used auxiliaries*

(مثل المذيبات *(Solvents)* والزيوت *(Oils)* والحفازات *(Catalysts)*

- مواد بدون تقييم *Off - grade material*

- نفايات ناتجة من عمليات الصيانة *Maintenance wastes*
- مواد مصاحبه لبداية ونهاية العمليات *Start - up or shutdown material*
- انسكاب من العمليات المضطربة أو عمليات النظافة
(Spillage from process upsets and cleaning operations).
- الانبعاثات سريعة التبخر أو التسرب *(Fugitive emissions)*

يمكن أن تكون الانبعاثات متغيرة، أى تتغير مع معدل الانتاج، أو أن تكون الانبعاثات ثابتة، أى تكون نتيجة التشغيل المستقل.

الخطوة التالية هي تحديد النفايات ذات التأثير الاكبر من وجهة نظر التلوث وتحديد مكان هذه الكيماويات من العمليات المستخدمة أو من المنتج.

فى حالات كثيرة، يمكن بدء حساب القيم التقريبية لموازنة المواد معتمدا على الخبرة، وعندئذ يمكن تحديد اقتراحات بالقياسات البسيطة التى يمكن تطبيقها.

بعد هذه الخطوات يمكن عمل دراسة متكاملة عن الانبعاثات.

فى بعض الحالات يمكن حساب الانبعاثات من الكميات المستخدمة، ولكن فى أغلب الحالات يكون من الضرورى الحصول على كمية الانبعاثات بوسائل القياس المختلفة. وتختلف نوع القياسات تبعا للمصنع وحجم الانبعاثات.

اعتمادا على أعمال المسح المذكورة اعلاه، يتم تحديد أغلب مصادر الانبعاثات الخطيرة والكبيرة من موازنة المواد.

يوضح جدول *(17 - 3)* المعلومات اللازمة اثناء المسح البيئى لمنشأة أو مصنع.

(3) موازنة المواد *(Material balance)*

تعتبر موازنة المواد ركيزة اساسية لاية عملية مسح وتقييم بيئى، والتى تتم فى موقع المصنع أو المنشأة، لوحدة تشغيل *(Unit operation)* أو عملية صناعية *(Process)* أو منشأة *(Plant)*. فاذا تم إجراؤها، فانه يمكن الوصول إلى فهم كمى وكيفى للعملية الصناعية تحت الدراسة، وبالتالى فانها تفيد كمرحلة أولية لتحديد أولويات تقليل المفقودات.

تستخدم موازنة المواد لتقييم التغييرات والتحسينات التى تتم على عملية صناعية مع الوقت. وتوضح موازنة المواد كل المداخل *(Inputs)* والاستهلاكات *(Consumptions)* والمخارج *(Outputs)*، خلال عملية صناعية أو خلال المصنع ككل. وتشمل المتغيرات المادية المحسوسة فى موازنة المادة : أنواع الكيماويات ـ التركيزات ـ سرعة الانسياب ـ درجة الحرارة ـ الضغط..... الخ.

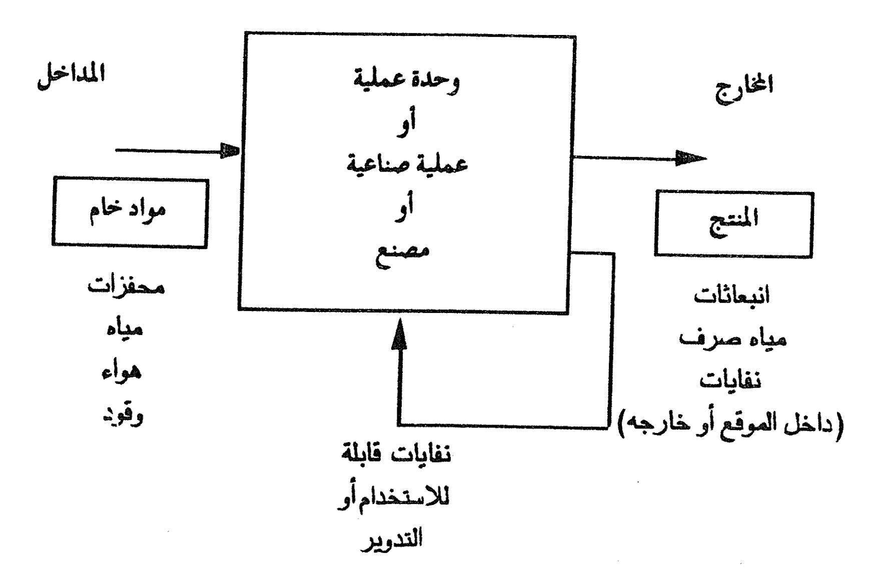
تتضمن عناصر المداخل : مواد خام - محفزات - مياه - هواء - وقود

بينما تشمل عناصر المخارج : المنتج - انبعاثات - مياه صرف - نفايات وتكون النفايات أما داخل الموقع أو خارجه أو قابله للاستخدام أو التدوير

ويوضح شكل (80 - 3) تمثيل موازنة المواد ومكوناتها.

جدول (17 - 3) المعلومات اللازمة اثناء المسح البيئى لمنشآة أو مصنع

معلومات عن التصميم	- الرسم الخطى للعمليات الصناعية. - موازنة المواد ونظام الحرارة (حسب التصميم وكذلك الفعلى) لكل عملية انتاجية. - مواصفات عمليات التحكم القائمة الفعلية فى التلوث. - بيانات عن عمليات التشغيل ومواصفات العمليات. - قائمة بيانات بالمعدات. - مواصفات المعدات. - مواصفات المياه ومعدلات الاستخدام. - الرسم الخطى للمواسير والمعدات والالات. - الرسم الخطى لعملية الصرف.
معلومات بيئية ومسارات النفايات	- رسم خطى للموقع. - التراخيص البيئية الممنوحة. - تحديد أماكن تجميع وتخزين المواد الصلبة والضاره. - رسم خطى لكل وحدة معالجة للهواء وللمياه المستخدمة والمواد الضارة. - بيانات عمليات التشغيل الخاصة بوحدات المعالجة. - تقارير التقييم البيئى. - المخلفات البيئية - إن وجدت.
بيانات المواد الخام والمنتج	- بيانات عن مكونات المنتج، كمياته ومعدلات الانتاج. - سجلات عن بيانات شراء المواد وتخزينها وتخزين المنتج. - سجلات عن بيانات التشغيل. - التشغيل وطرق الاستخدام.
معلومات عن التكلفة	- المعلومات الجغرافية (مثل مدى قرب مصادر المياه والغاز). - تكلفة معالجة أو التخلص من النفايات. - تكاليف المواد الخام والصرف الصحى والمنتج. - تكلفة التشغيل والصيانة. - تقارير أقسام الحسابات والتكاليف.
بيانات ومعلومات أخرى	- الجدول الزمنى للتشغيل. - معلومات عن التسويق والبيع. - الهيكل التنظيمى.



شكل (80 - 3) تمثيل عناصر موازنة المواد للعمليات الصناعية

تكون بعض العمليات الصناعية معقدة جدا لاحتوائها على عدة مراحل لهذه العمليات وعليه يكون من الصعب رسم الموازنة الكلية لها. وفى بعض الحالات تكون نتيجة المسح البيئى مفيدة فى ايجاد وتحديد كميات التلوثات لمصادر الانبعاثات المختلفة، يوضح شكل *(81 - 3)* تمثيل لبعض المراحل داخل مصنع وكذلك تمثيل للمداخل والمخارج والنفايات.

عند تعذر الحصول على معلومات أساسية يجب على مجموعة العمل فرض أو استخدام طرق تقريبية. مثلا يتم التحديد التقريبى لمواقع وكميات التسرب ومفاقيد البخار والنفايات التى يمكن تدويرها.. وذلك فى حالة تعذر الحصول على بيانات فعلية.

وعادة يتم تركيب عدادات قياس للحصول على بيانات عن معاملات الوحدة العاملة مثل السريان *(Flow)* ودرجة الحرارة والضغط والحرارة المفقودة.

وفيما يلى تعريف مواد الموازنة.

(1) مداخل العملية الصناعية

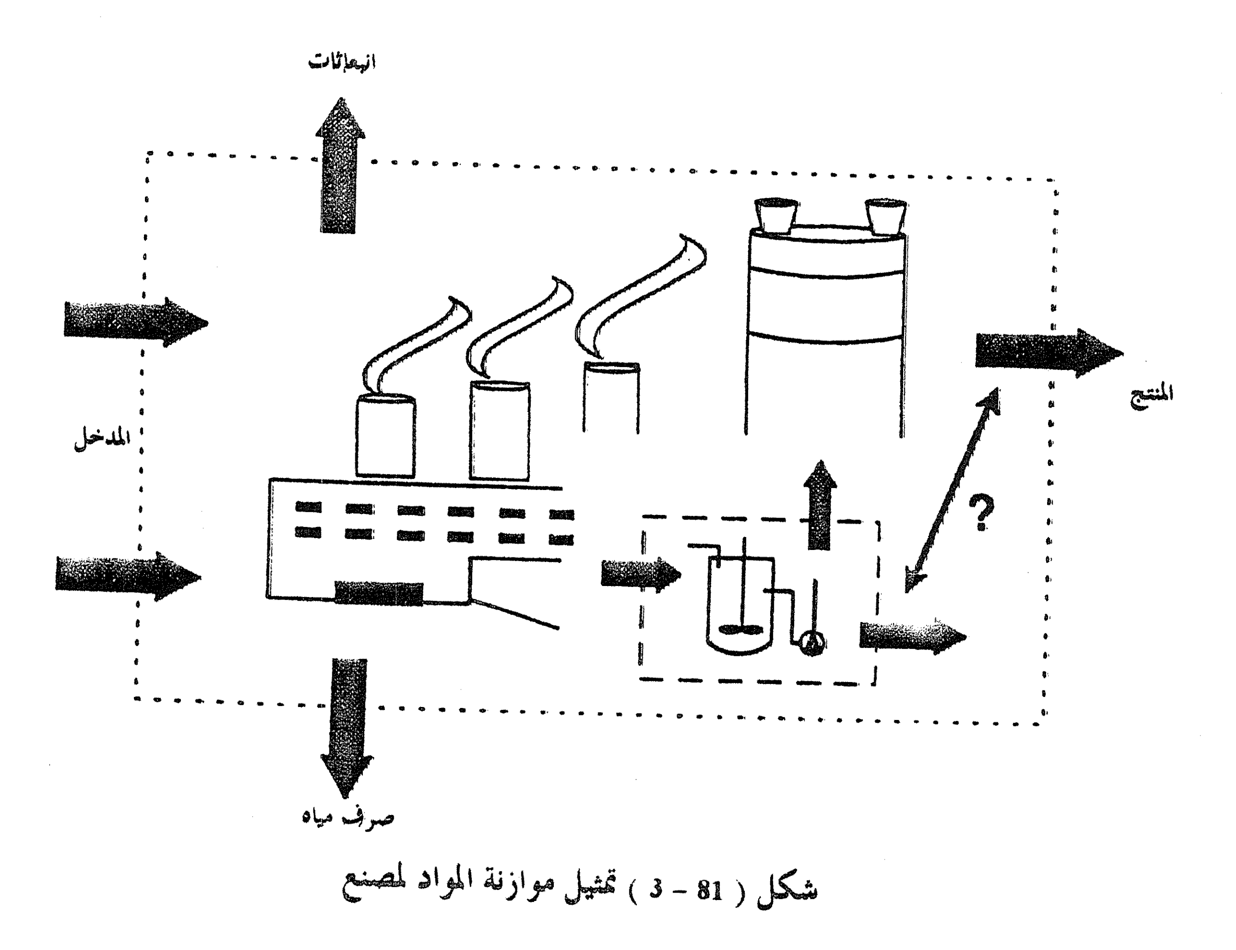
والتى تتكون من : المواد الخام ـ المياه ـ المواد الحفازة ـ الهواء ـ الطاقة.

(أ) المواد الخام

هى العناصر الأولية التى يتكون منها المنتج النهائى فى الوحدة الصناعية أو العملية الصناعية أو المصنع. وغالبا نجد أن عمليات التخزين والنقل والتداول تؤدى إلى فقد الكثير من المواد الخام الاولية وعليه توجد فرص متعددة لتقليل المفقودات (النفايات) إذا تم فحص عمليات التخزين وتداول المواد الخام عند مراجعة سجلات الشراء، بغرض تحديد كميات المدخلات الحقيقية للعملية الصناعية.

(ب) المياه

يتم تصنيف استخدامات المياه حسب استعمالاتها فى العمليات الصناعية أو فى غير العمليات الصناعية مثل : الغسيل ـ التشطيف ـ التبريد.



شكل (81 - 3) تمثيل موازنة المواد لمصنع

في حالة عدم وجود عدادات للمياه ، يجب مراقبة وتقدير المياه المستخدمة في كل عملية . جدول *(18 - 3)* يساعد في إعدادا موازنة للمياه .

(جـ) المواد الحفازة *(Catalyst)*

هي المواد الكيميائية المضافة المساعدة في عمليات التحولات الكيميائية في العملية الصناعية والمواد الحفازة لا تستهلك اثناء التفاعلات ولكن تقوم بتنشيطها، وهي عادة غالية الثمن وتستخدم بكميات محددة وصغيرة . وعلى ذلك فمن الضروري التفكير في استردادها .

(د) الهواء

يجب تقدير استهلاك الهواء والانبعاثات الصادرة في الوحدة أو العملية الصناعية . تقاس الانبعاثات الغازية، وأن لم يتمكن فريق العمل من القياسات فيمكن تقدير كمياتها بالحسابات الكيميائية *(Stoichiometric)* واثناء المسح يجب أن تؤخذ في الاعتبار المتغيرات المتصلة بالهواء مثل درجة الحرارة، المواد الخام، الوقود.. والبحث عن وجود معدات للتحكم في تلوث الهواء......

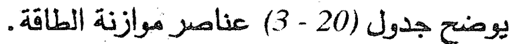
ونجد أن الحديث عن الهواء يجب أن يصاحبه الحديث عن الانبعاثات.

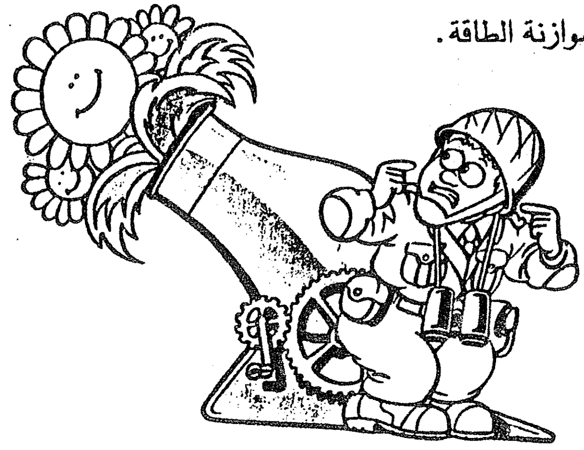
جدول *(19 - 3)* يستعرض استخدامات الهواء والانبعاثات معا.

(هـ) الطاقة

تستخدم الطاقة في اغلب العمليات الصناعية، كوقود للغلاية، والحرارة المباشرة للعمليات وتسخين المواد الاولية وتكييف الهواء والاضاءة....

ومن مصادر الانبعاثات والتسريب خزانات الوقود والتي يجب الاعتناء بها عند إجراء المسح.


يوضح جدول *(20 - 3)* عناصر موازنة الطاقة.



البيئة

جدول (18 / 3) بيانات لاعداد موازنة المياه (تكون القياسات بوحدات م^3 / سنة او م^3/ اليوم)

البند	الوصف
(1) مصدر المياه	سطحى - جوفى - تجارى
(2) موقع تخزين ونقل المياه	نوع خزانات التخزين وسعتها - عدد المضخات ونوعها وأماكنها
(3) استهلاك المياه واستخدامها فى العمليات.	يتم عمل رسم خطى تتابعى لكل عملية - يدون التدوير أن وجد - بيانات عن جودة المياه - تسجيل المياه المستخدمة فى غير العمليات الصناعية - معدلات الانسكاب.
(4) عينات للبيانات المطلوبة	* العملية المستخدمة وحجم المياه بها. * حجم ودرجة حرارة مياه التنظيف. * درجة حرارة وضغط وجودة البخار. * حجم مياه التبريد

جدول (19 - 3) استخدامات الهواء والانبعاثات

البند	الوصف
(1) الانبعاثات الناتجة من الاحتراق.	مراجعة استخدامات الطاقة من حيث أنواع الوقود. ومراجعة سجلاتها لامكانية تقدير الانبعاثات.
(2) البحث عن انبعاثات أخرى.	مثل الانبعاثات الكميائية، قياسها، عمل رسم خطى للعملية الصناعية لتقدير المخارج بمساعدة بيانات الانتاج.
(3) معدات التحكم فى تلوث الهواء.	حصر وتسجيل معدات التحكم وكفاءتها - كذلك حصر معدات الوقاية للعاملين من تلوث الهواء (كمامات مثلا)
(4) عينات للبيانات المطلوبة.	* مكونات غازات الاحتراق وسرعة سريانها. * حجم وكمية الجسيمات. * تركيز وسرعة سريان الرصاص المحمل على الهواء. * تركيز وسرعة سريان الكمياويات المتطايرة. * مصادر وتركيز الانبعثات المتسربة

(2) مخارج العملية الصناعية :

تتكون المخارج من : المنتج - النفايات فى الموقع - نفايات قابلة للتدوير - نفايات خارج الموقع.

(أ) المنتج : يوجد منتج رئيسى ومنتجات ثانوية *(By - Products)* وتستخدم المنتجات الثانوية فى عمليات أخرى داخل المصنع أو المنشأة.

(ب) القاء النفايات فى الموقع

تعتبر النفايات الصلبة والسائلة من المخارج الرئيسية للعملية الصناعية لذا فاثناء المسح يجب أن يسجل مكان تخزينها بالموقع وكيفية معالجتها وكيفية التخلص منها.

بين جدول *(21 - 3)* بيانات المنتج والنفايات فى الموقع.

(جـ) نفايات قابلة للتدوير

فى كثير من العمليات الصناعية يتم اعادة استخدام المنتجات الثانوية وبعض النفايات مرة أخرى، فمثلا فى شركات المياه الغازية يعاد استخدام محاليل أخرى فى عمليات الغسيل كمياه مدخل لأول عمليات الشطف.

يجب الاهتمام اثناء عمليات المسح بعمل رسم خطى منفصل لمسارات اعادة التدوير *(Recycled streams)* بدقة للوصول إلى حسابات حقيقية.

يجب البحث عن طرق وفرص لتدوير النفايات للمساهمة فى تقليل حجم تراكمات النفايات.

(د) القاء نفايات خارج الموقع

عادة توجد نفايات تلقى خارج الموقع، مثل السوائل اللامائية والرواسب الطينية *(sludge)* والنفايات الصلبة، واحيانا يتم التخلص منها بدون معالجة أو بعد معالجتها. يوضح جدول *(22 - 3)* بيانات النفايات التى يتم التخلص منها خارج الموقع .

يوضح شكل *(82 - 3)* عناصر موازنة المواد للعملية الصناعية الواقعية.

بينما يبين شكل *(83 - 3)* عناصر موازنة المواد للعملية الصناعية المثالية.

جدول (20 - 3) عناصر موازنة الطاقة

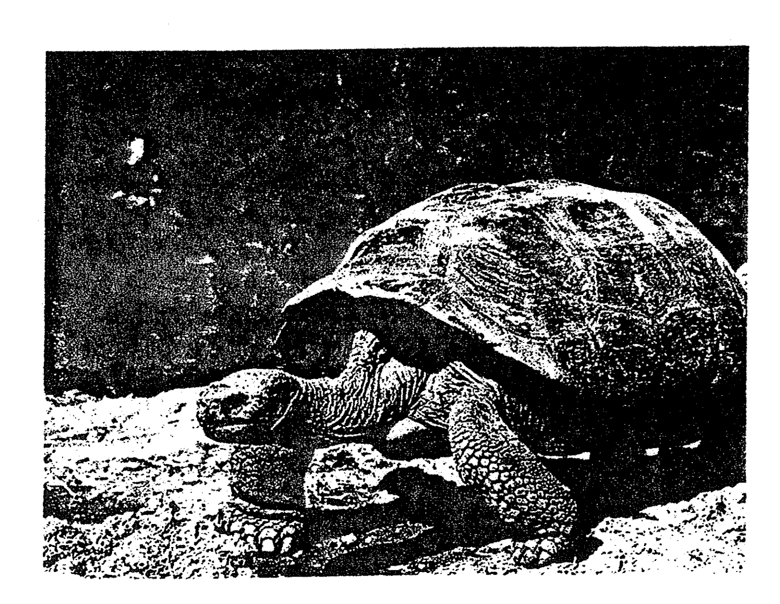
البند	الوصف
(1) الاستهلاكات	يتم مراجعة السجلات الخاصة بالطاقة لعمل تقدير للاستهلاكات
(2) البيانات الاساسية	عمل رسم خطى لتتابع العمليات وبيانات الانتاج. تحدد المتغيرات المستخدمة فى كل دورة. تسجل بيانات ومواصفات كل معدة - بالاضافة إلى وسائل وجداول التشغيل للمعدات. تكلفة كل من الوقود والكهرباء.
(3) عينات للبيانات المطلوبة	* نوع الوقود وحجم التخزين فى الموقع. * درجة حرارة وضغط الغلاية. * سرعة سريان السائل. * سرعة سريان الوقود. * مكونات غازات الاحتراق. * قياس المتغيرات الكهربائية

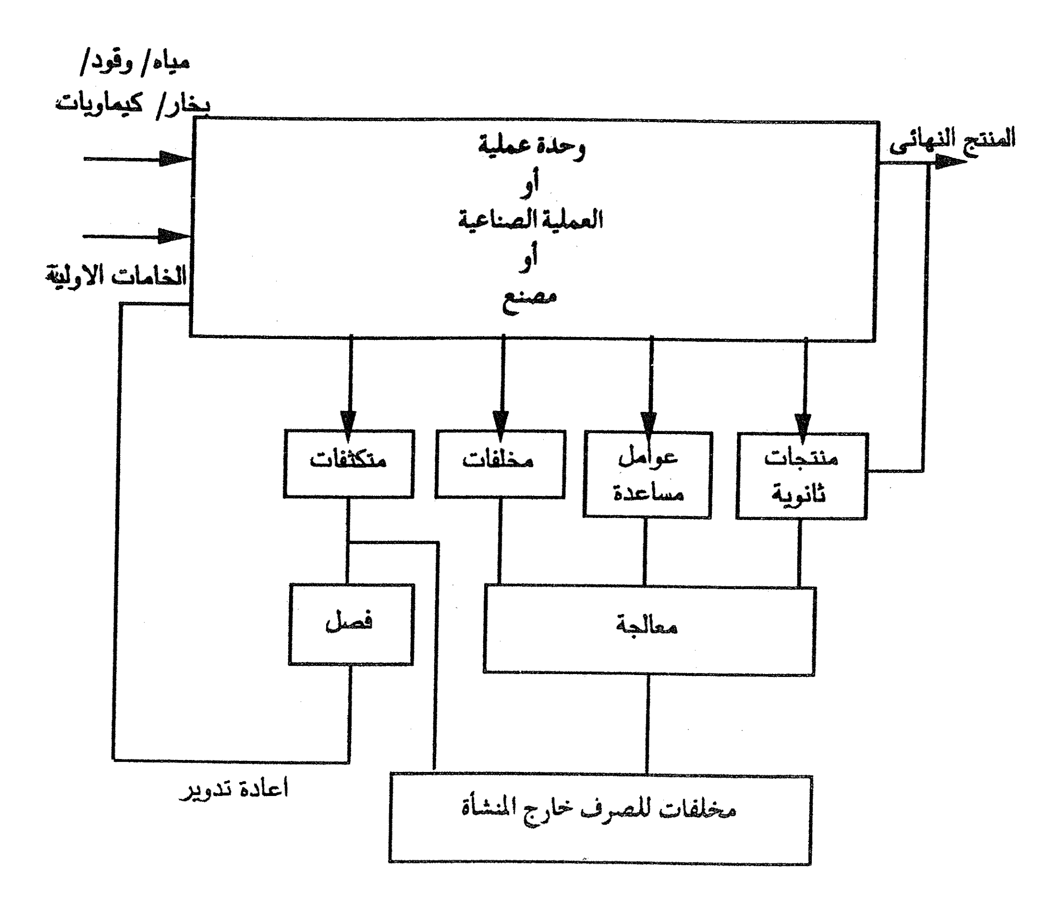
جدول (21 - 3) عناصر المنتج والنفايات في الموقع

البند	الوصف
(1) المنتج	– تسجل المنتجات الرئيسية والثانوية. – قياس ومراقبة سرعة الانتاج لفترة زمنية.
(2) مسارات النفايات فى الموقع.	تسجل وتصنف النفايات السائلة ومياه الصرف والنفايات الصلبة داخل الموقع.
(3) عينات للبيانات المطلوبة	* كتلة وحجم المنتج الرئيسى ووحداته. * كتلة وحجم المنتج الثانوى ووحداته. * مكونات مياه الصرف (حجم وسرعة السريان). * مكونات النفايات السائلة (حجم وسرعة السريان). * مكونات النفايات الصلبة (حجم وسرعة السريان). * مكونات النفايات الخطرة.

جدول (22 - 3) بيانات النفايات الملقاه خارج الموقع

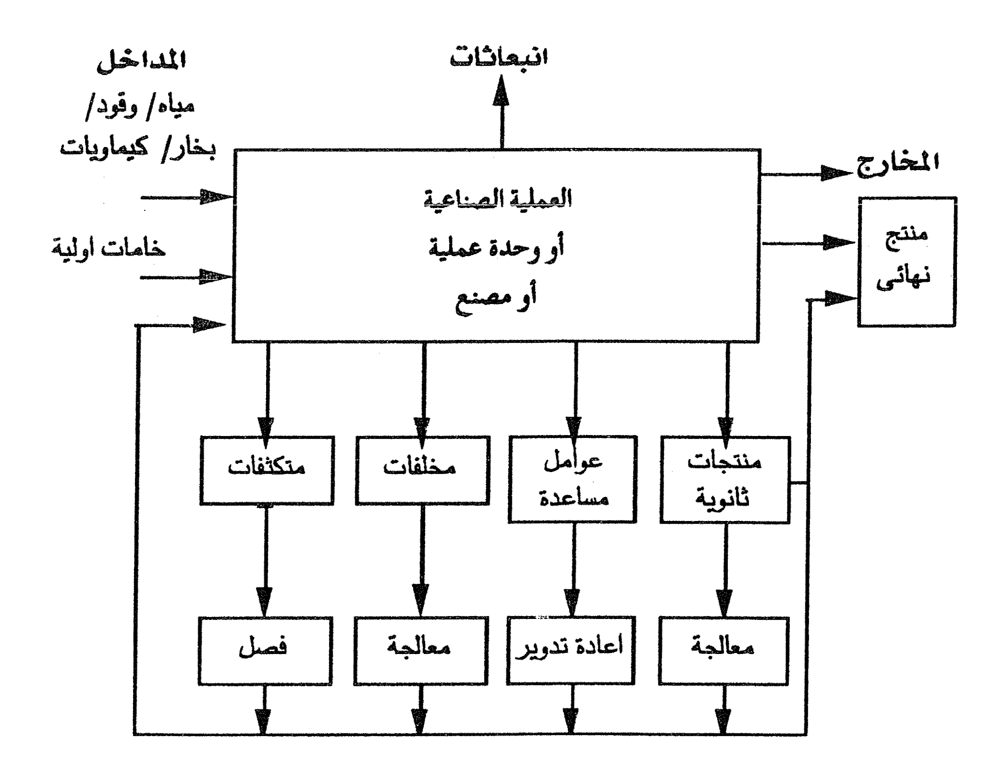
البند	الوصف
(1) مسار النفايات الملقاه خارج الموقع	* يحدد مصدر ومكونات النفايات الصلبة والسائلة التى سيتم التخلص منها خارج الموقع. * يحدد مسارات النفايات الناتجة عن عمليات التخزين الوسيط للمواد مثل الانبعاثات من البراميل.
(2) التركيب	* يحدد طرق التخلص والمكان النهائى أو موقع دخول الملوثات إلى البيئة المحيطة.
(3) عينات للبيانات المطلوبة	* تكوين وحجم النفايات السائلة المائية وغير المائية. * تكوين وحجم الرواسب الطينية. * تكوين وحجم النفايات الصلبه.





شكل (82 - 3) عناصر موازنة المواد للعملية الصناعية الواقعية

البيئة



شكل (3-83) عناصر موازنة المواد للعملية الصناعية المثالية

من مميزات موازنة المواد

* تحديد فرص تقليل الفاقد.
* تحسين الكفاءة.
* ملاحظة أى تناقضات فى البيانات.
* تحديد المكاسب غير المبررة.
* تحدد أى العمليات التى يتم فيها القاء مواد أعلى بكثير من الكميات القياسية.
* تحديد فرص الحد من التلوث.

عند إجراء موازنة المواد يجب التفكير فى النقاط الآتية :

(1) هل حجم المواد الخام الأولية مناسب ؟
(2) هل يمكن تقليل مسافة النقل بين المخزن ومكان العملية الصناعية ؟
(3) هل يمكن تخزين المواد الخام الأولية المختلفة فى نفس المخزن أو نفس الخزان؟
(4) هل توجد مخاطر تلوث متبادل من تخزين المواد الخام فى نفس الخزان ؟
(5) هل يوجد فاقد فى عمليات تفريغ عبوات المواد ؟
(6) هل تتأثر المواد الخام بالاشعة الشمسية المباشرة أو من المطر المتساقط وكيفية حمايتها ؟
(7) هل يوجد غبار من اكوام المواد الخام وهل يسبب مشكلة ؟
(8) هل يمكن التغلب على انسكاب المواد ؟
(9) كيف يمكن مراقبة المواد الخام الاولية الداخلة ؟
(10) هل توجد أجهزة ومعدات عاطلة ؟

منع التلوث *Pollution prevention*

توجد تعريفات متعددة لمنع التلوث منها :

(1) عرفت الوكالة الامريكية لحماية البيئة (*USEPA*) منع التلوث بأنه أحد هذه التعريفات:

(أ) أى ممارسة لتخفيض المواد الضارة أو الملوثات أو مواد التلوث التى تدخل فى تدفق النفايات أو التى تنطلق داخل البيئة قبل إجراء عمليات التدوير والمعالجة والتخلص من النفايات.

(ب) أى ممارسة تخفض المخاطر المؤثرة على الصحة العامة والبيئة والمصحوبة بانطلاق مثل تلك المواد أو الملوثات.

(جـ) أى ممارسة تخفض أو تمنع الملوثات من خلال زيادة كفاءة استخدام المواد الخام أو حماية الموارد الطبيعية عن طريق الحفاظ عليها.

(2) عرفت وزارة البيئة الكندية منع التلوث بأنه :

* أى عمل يخفض أو يمنع تولد الملوثات أو النفايات عند المنبع وذلك من خلال الانشطة التى تنمى أو تشجع أو تتطلب تغييرات فى النماذج السلوكية الاساسية للمنتجين الصناعيين والتجاريين والمؤسسين أو الافراد بوجه عام.

توجد مصطلحات متعددة مشابهه لمصطلح «منع التلوث» مثل :

* الانتاج الاكثر نظافة *(Cleaner Production)*
* التقنيه النظيفة *(Clean technology)*
* خفض أو تقليل النفايات *(Waste reduction)* .
* منع النفايات *(Waste prevention)* .
* الحد من النفايات *(Waste minimization)* .

إمكانيات انخفاض الانبعاثات وحساب التكلفة والقائمة الاولية

Possibilities for reduction, cost calculation and prioirity list

أولويات منع التلوث

وضع مسئولى البيئة أولويات لاستراتيچية التعامل مع النفايات، وفيما يلى ترتيبها تبعا لافضلياتها :

(1) **المنع** *(Prevention)*

هو أفضل استراتيچية لخفض النفايات بحيث تمنع النفايات من البداية، والمنع يعطى افضل النتائج البيئية والاقتصادية. وقد يحتاج المنع إجراء تغييرات جذرية فى الطريقة المستخدمة.

(2) **إعادة التدوير** *(Recycling)*

أن لم نتمكن من منع تولد النفايات فى الوحدة أو المنشآة، فان الاستراتيچية التالية التى تخفض النفايات إلى أقل حد ممكن هى إعادة التدوير أو إعادة الاستعمال.

(3) **المعالجة** *(Treatment)*

إن لم نتمكن من منع أو تخفيض النفايات من خلال إعادة التدوير أو الاستعمال فانه يتم تطبيق استراتيچية خفض حجم النفايات أو تقليل سميتها من خلال عمليات المعالجة مثل التعادل، الترسيب، التبخر، الترميد، التنظيف بالغسل) .

(4) التخلص *(Disposal)*

هى آخر استراتيجية يؤخذ بها. وفيها يمكن التخلص من النفايات فى موقع مصرح به أو فى الأراضى المهجورة خارج المناطق المأهوله بالسكان .

وعليه يجب أن تهدف استراتيجية انخفاض الانبعاثات إلى ايقاف الانبعاثات من المصدر وإعادة استخدام وتدوير النفايات بقدر الامكان. ويجب ألا تتم المعالجات *(Treatment)* أو التخلص *(Deposition)* حتى تتم الدراسة الكاملة لجميع البدائل.

يوضح شكل *(3 - 84)* تمثيل لمصنع والاستراتيجيات المقترحة للحد من الانبعاثات وهى :

الايقاف من المصدر، إعادة الاستخدام، إعادة التدوير، المعالجة، التخلص....

لتنفيذ مشروع منع التلوث، عادة يتم ذلك على خطوات وفى مراحل المشروع المختلفة : وهى ثلاثة مراحل :

فيما يلى توضيح كل مرحلة :

المرحلة الأولى- التشغيل *(Phase I - Operation)*

فى كثير من الحالات، يكون من الممكن الاقتراح باجراء قياسات ذات تكلفة منخفضة عند بداية المسح البيئى، وتكون أغلب هذه القياسات اثناء حالة التشغيل مثل:

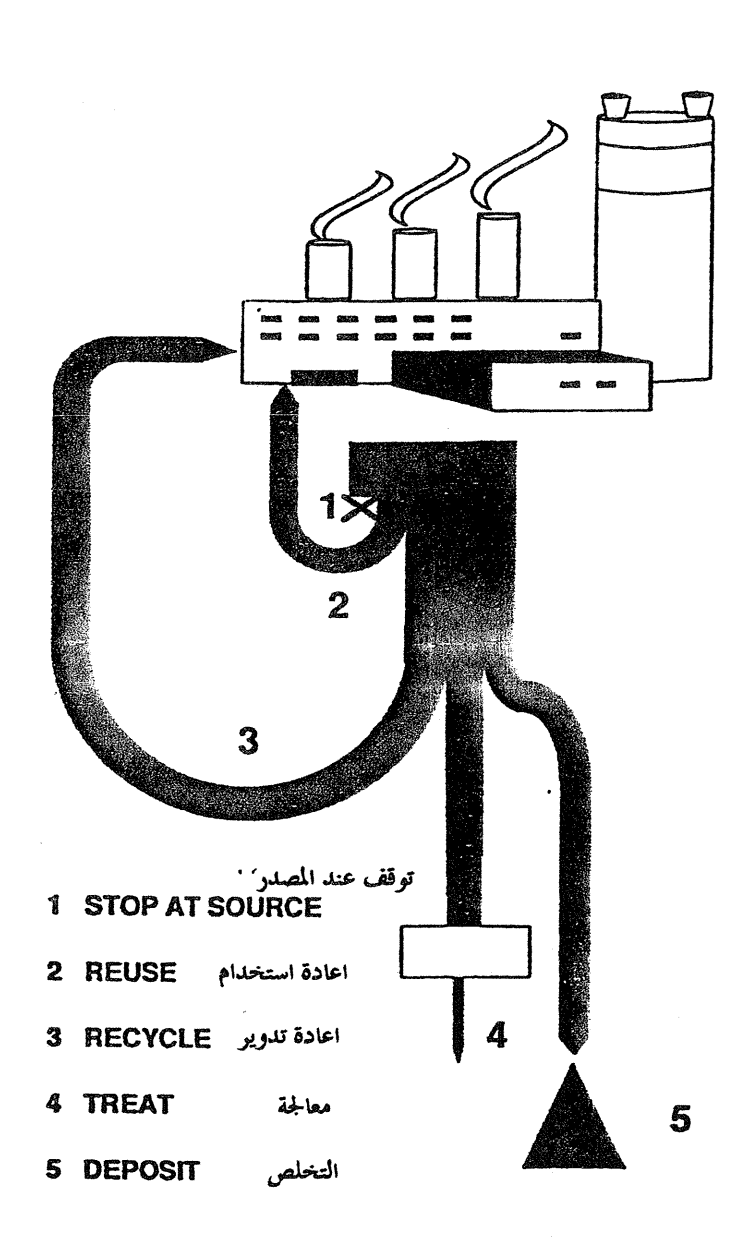
الحصول على أفضل تحكم اثناء عمليات تداول المواد والمعدات، وتحسين اعمال الصيانة، ومنع التسريب، وإجراء عمليات تدوير بسيطة بدون معالجة.

من الطرق الاخرى ذات التأثير البيئى الفعال، أن يتم تبديل المواد الخام أو الكيماويات باخرى ذات جودة عالية، وبأثر بيئى أقل والتى لا تحتاج تعديل من العمليات أو لدراسات مكلفة. مثال ذلك، اختيار مذيبات متطايرة *(Volatile Solvents)* لها محتوى عطرى *(aromatic)* منخفض.

فى أغلب الحالات، من التطبيقات البسيطة المذكورة اعلاه، يمكن أن تقل التكلفة الكلية للمواد الخام والكيماويات وعادة تعطى عائد مادى ملموس وفورى.

المرحلة الثانية : المعدات *(Phase II - equipment)*

تتم المرحلة الثانية بتعديل الاجهزة، أو بتعديل العمليات أو التحكم فيها. ويمكن الاقتراح باستخدام أجهزة معقدة ومكلفة لاعادة التدوير. مثال ذلك استخدام أنواع مختلفة من الوقود معا (زيت وغاز طبيعى) فى الغلاية. أو استخدام أجهزة أفضل للتحكم فى الاحتراق وتحسين كفاءة الغلاية، ويكون عائد الاستثمار فى هذه المرحلة أقل من العائد فى المرحلة الأولى.



شكل (84 – 3) الاستراتيجية المقترحة للحد من الانبعاثات بمنشأة أو وحدة صناعية

المرحلة الثالثة : العمليات *(Phase III - Process)*

فى هذه الحالة يصبح من الضرورى إجراء عمليات اعادة التدوير واعادة الاستخدام الاكثر تعقيدا أو إجراء تغييرات اساسية فى العمليات، لتصبح استثمارات منع التلوثات صغيرة جدا أو غير موجودة. بعض هذه الإجراءات لا تعود بعائد مادى ولكن ضرورية للحفاظ على البيئة.

بعد إجراء قياسات التلوث، تحدد الاجهزة اللازمة لمنع أو تخفيض الانبعاثات للحد المسموح به مع العلم بأن تكلفة هذه الأجهزة تكون مرتفعة.

توجد طرق مختلفة لمعالجة تلوث الهواء والمياه والنفايات، يجب أن تدرس كل طريقة وتحدد التكاليف. وبعد ذلك يتم مقارنة البدائل المختلفة وتجهيز قائمة أولويات. أعلى الاولويات تكون الاختيارات التى بدون تكلفة أو ذات التكاليف المنخفضة أو ذات فترة الاسترداد القصيرة . *(Short payback period)*

(5) **التطبيقات والمتابعة** *Implementation and follow up*

بعد تطبيق نتائج القياسات الأولية يكون من الأهمية أن نتابع استخدام المواد الخام والكيماويات، وذلك لان بعض القياسات ذات الاولويات المنخفضة تعتمد على القياسات الاولى. يجب أيضا متابعة عمليات تداول المواد.

عند هذه المرحلة، نجد احتمال تغير قائمة الاولويات إلى حد ما من حيث تغيير المكان أو تعديله اعتمادا على التكنولوچيات الجديدة.

المتابعة المستمرة للتأثيرات البيئية نتيجة التلوثات المختلفة أصبحت ضرورية حتمية وخاصة إذا كان هناك كثير من الكيماويات المستخدمة الغير معلوم كمياتها فى كثير من الأماكن.

من الأفكار الجيدة التوصية باستخدام جدول زمنى خاص بالتحكم فى الانبعاثات والمتابعة المستمرة. وتكون النتائج جيدة ومرضية إذا تم تدريب وتحديد مسئولين عن هذه التوصية.

أجهزة المراجعات البيئية

للحفاظ على بيئة نظيفة وتوفيرا للطاقة يجب أن يتم القياس الدورى للمتغيرات الآتية :
- نسب الغازات المنبعثة من احتراق الوقود بالمصانع ومحطات توليد الطاقة.
- درجة الحرارة.
- الضوضاء.
- الاملاح الذائبة بمياه الصرف الصناعى.

يتم التسجيل الدورى للمتغيرات الملوثة للبيئة فى قاعدة بيانات مع تحديد تاريخ القياسات حتى يصبح لدى كل منشأة صناعية تاريخ كامل لهذه المتغيرات. تبدأ دورة القياسات يوميا حتى يتم ضبطها بحيث لا تزيد عن المعدلات المنصوص عليها طبقا لقانون البيئة رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ ومن مميزات التسجيل مثلا أنه يمكن زيادة كفاءة الاحتراق وتجنب مخالفة القانون الذى قد يصل إلى اغلاق المنشأة ولو لمدة محددة حتى يتم تحسين الأوضاع البيئية.

يجب أن تمتاز أجهزة مراجعات البيئة بالكفاءة والجودة والدقة العالية.

ويجب مراعاة توفير قطع الغيار الخاصة بها.

وسنتعرض فيما يلى للأجهزة التالية:
- جهاز نقال لقياس نسب غازات عادم الاحتراق.
- جهاز نقال لقياس درجة الحرارة.
- جهاز نقال لقياس الضوضاء.
- جهاز نقال لقياس الاملاح الذائبة.

(1) جهاز قياس نسب غازات عادم الاحتراق *(Flue gas analyzer)*

يجب تحديد أنواع الوقود وانواع الغازات المقاسة والخلايا الحساسة المستخدمة لقياس الغازات :

(1) أنواع الوقود :
- الخشب *(Wood)*.
- زيت الوقود الخفيف *(Light fuel oil)*.
- زيت الوقود الثقيل *(Heavy fuel oil)*.
- الغاز الطبيعى *(Natural gas)*.
- الفحم *(Coal)*.
- بروبان *(Propane)*

(2) أنواع الغازات وأنواع الخلايا الحساسة (sensor)

- الاكسچين O_2 (خلايات كهروكيميائية Electro chemical cells)
- أول اكسيد الكربون CO (خلايا كهروكيمائية)
- ثانى أكسيد الكبريت SO_2 (خلايا كهروكيميائية)
- أكاسيد النتروچين NO, NO_2 (خلايا كهروكيميائية)
- الهيدروكربونات (Hydrocarbons) (C_xH_x) (اكسدة بالحفز Catalytic Oxidation)
- درجة حرارة غاز العادم (مقياس من النوع المزدوج الحرارى Thermocouple)
- درجة الحرارة المحيطة (حساس من النوع ذى الحالة الجامدة Solid state)
- الضغط (Pressure or daught) (محول ضغط Pressure transducer)

(3) مدى القياس

خليه الغاز	مدى القياس	سماحية القياس
O_2	0 : 25% vol	± 0.1% vol
CO منخفض	0 : 2000 ppm	± 1 ppm
CO عالى	0 : 20000 ppm	± 100 ppm
SO_2	0 : 2000 ppm	± 1 ppm
NO	0 : 4000 ppm	± 1 ppm
NO_2	0 : 100 ppm	± 1 ppm
الهيدروكربونات	0 : 5%	
درجة الحرارة المحيطة	-5 : 50°C/ + 23 to 122 °F	
السحب	± 20 " (مقياس مياه)	

قيم يتم حسابها :

* ثانى اكسيد الكربون CO_2 * كفاءة الاحتراق (Combustion efficiency)
* الهواء الزائد (Excess air) * الفقد (Loss)

(أ) طريقة حساب CO_2

يتم حساب CO_2 تبعا للمعادلة التالية

$$CO_2 = \frac{CO_2\ max. * (20.9 - O_2)}{20.9}$$

حيث

CO_2 = اقصى نسبة CO_2 تبعا لنوع الوقود كالآتى :

نوع الوقود	$CO_2\ max\%$
الخشب	20.4
زيت الوقود الخفيف	15.6
زيت الوقود الثقيل	15.9
غاز طبيعى	12.1
بروبان	13.5
فحم	18.6

(ب) طريقة حساب كفاءة الاحتراق

تحسب كفاءة الاحتراق تبعا للمعادلة الآتية

$$\xi_c = 100 - L_1 - L_2 - L_3$$

تحسب L_3, L_2, L_1 تبعا للمعادلات

$$L_1 = K_1\ (Tg - Ta) / CO$$

$$L_2 = K_2\ (1185 - 2\ Ta + Tg)$$

$$L_3 = K_3 .\ CO / (CO_2 + CO)$$

حيث

$$K_1 = (253 * C) / Q_{gr}$$

$$K_2 = (2.1\ (\%\ wt.\ H_2O + 9 * \%\ wt.\ H)\ Q_{gr}$$

C = محتوى الكربون للوقود المحترق (%)

Q_{gr} = القيمة الحرارية الكلية للوقود ($KJ\ Kg^{-1}$)

Tg = درجة حرارة غاز العادم (°C)

Ta = درجة حرارة الجو المحيط (°C)

CO_2 = محتوى ثانى اكسيد الكربون فى الغاز الجاف (%)

K_3 =ثابت يعتمد على الوقود

CO = أول اكسيد الكربون والهيدروكربونات (%)

(جـ) طريقة حساب الهواء الزائد

تحسب نسبة الهواء الزائد باستخدام محتوى الاكسچين O_2 المقاس بغازات العادم من المعادلة

$$n = 1 + \left[\frac{O_2}{20.9 - O_2}\right]\left[\frac{V_o\,(dry)}{A_o}\right]$$

حيث

n = نسبة الهواء الزائد

تحسب النسبة $\frac{V_o\,(dry)}{A_o}$ من القيمة الحرارية لنوع الوقود المستخدم

(د) طريقة حساب الفقد

يحسب الفقد من المعادلة $Loss = (1 - \eta)$

تؤخذ عينة الغاز بواسطة مجس (*Probe*) بطول مناسب (لا يقل عن *1.5* متر) وتكون مادة الخرطوم (*Hose*) مناسبة لغازات العادم وبطول حوالى *3* متر.

ملاحظات

(1) ppm جزء من المليون *Part per million*

1 vol % = 10000 ppm

(2) يمكن لبعض الاجهزة قياس المتغيرات الاتية بالاضافة لما ذكر سابقا :

* سرعة الهواء (*air veloctiy*)
* الرطوبة النسبية (*Relative humidity*).

* الضغط الفرقى *(Differential pressure)*

يستخدم الجهاز فى التطبيقات التالية :

- الغلايات *Boilers*
- الافران *Furnaces*
- الولاعات *Burners*
- قياس الملوثات *Pollution measurement* (حتى درجة حرارة *1200°C*)

توضح الاشكال *(85 - 3)* أ، ب، جـ أنواع مختلفة من أجهزة قياس نسب غازات عادم الاحتراق.

(2) جهاز قياس مستوى الضوضاء *(Sound level meter)*

خصائص الجهاز :

- عند إجراء القياسات، يقل تأثير ضوضاء الرياح بحوالى *20 dB*
- يحتوى على كابل للتوصيل بين الميكروفون وجهاز قياس الضوضاء.
- يحتوى على بطارية للتشغيل.
- وحدة القياس ديسبل *(dB)*.

(3) جهاز قياس الاملاح الذائبة

(Conductivity meter with TDS measurement)

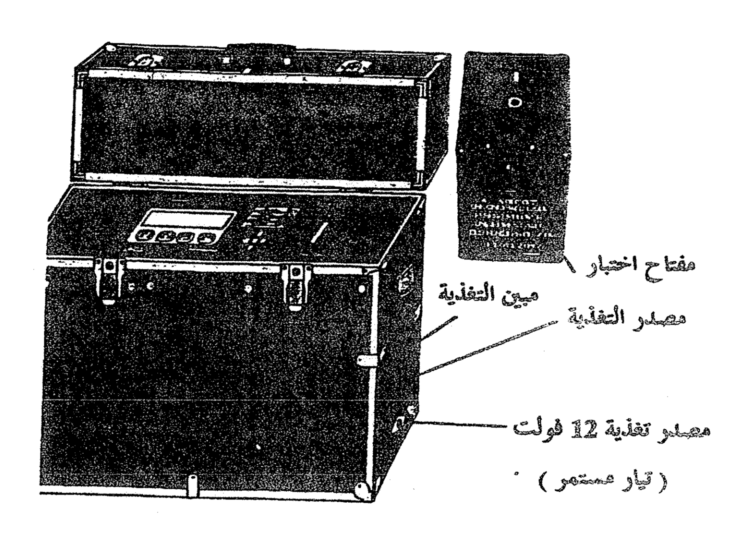
نحتاج لقياس الاملاح الذائبة أو المواد الصلبة الذائبة الكلية *(Total Dissolved Solids)* *TDS* بمياه التغذية والمتكاثف ومياه المعالجة ومياه الغلاية لامكانية تقييم حالة الغلاية. يستخدم جهاز قياس المواد الصلبة الذائبة الكلية (والذى يطلق عليه ايضا جهاز قياس الموصولية (*Conductivity meter*) لايجاد تركيز المواد الصلبة المذابة فى مياه الغلاية.

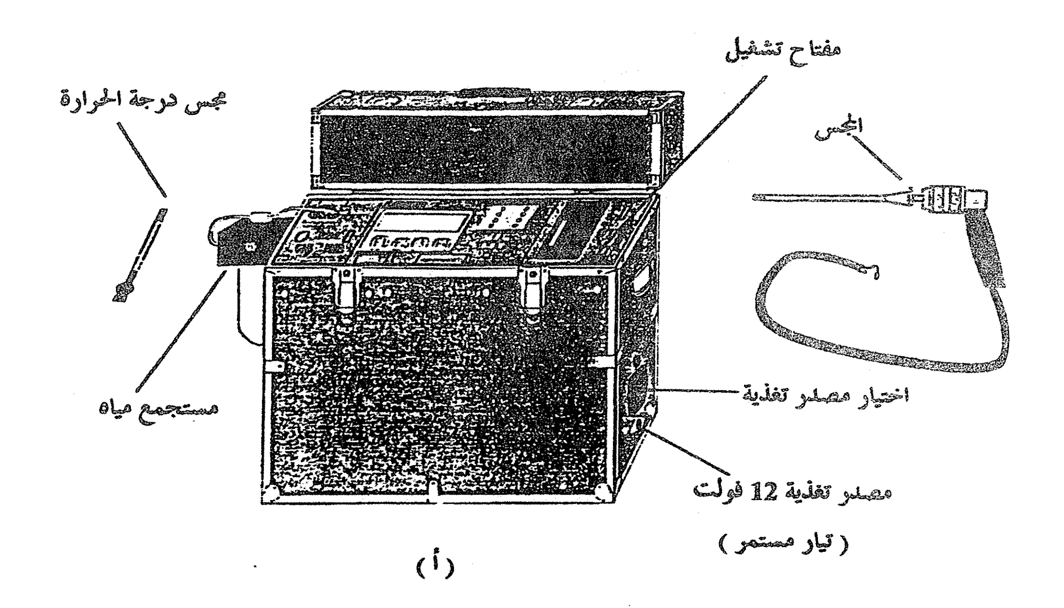
يوضح شكل *(86 - 3)* أحد أنواع أجهزة قياس *TDS* ويعتمد تشغيله على قياس المقاومة الكهربائية (عكس الموصولية) لعينة السائل المأخوذة من موضع التفوير *(Blow down point)* ونحصل على قراءة مباشرة للمواد الصلبة الذائبة بوحدات جزء من المليون *(ppm)*.

يتراوح محتوى المواد الصلبة الذائبة فى مياه الغلاية بين *3000 ppm & 2500 ppm*

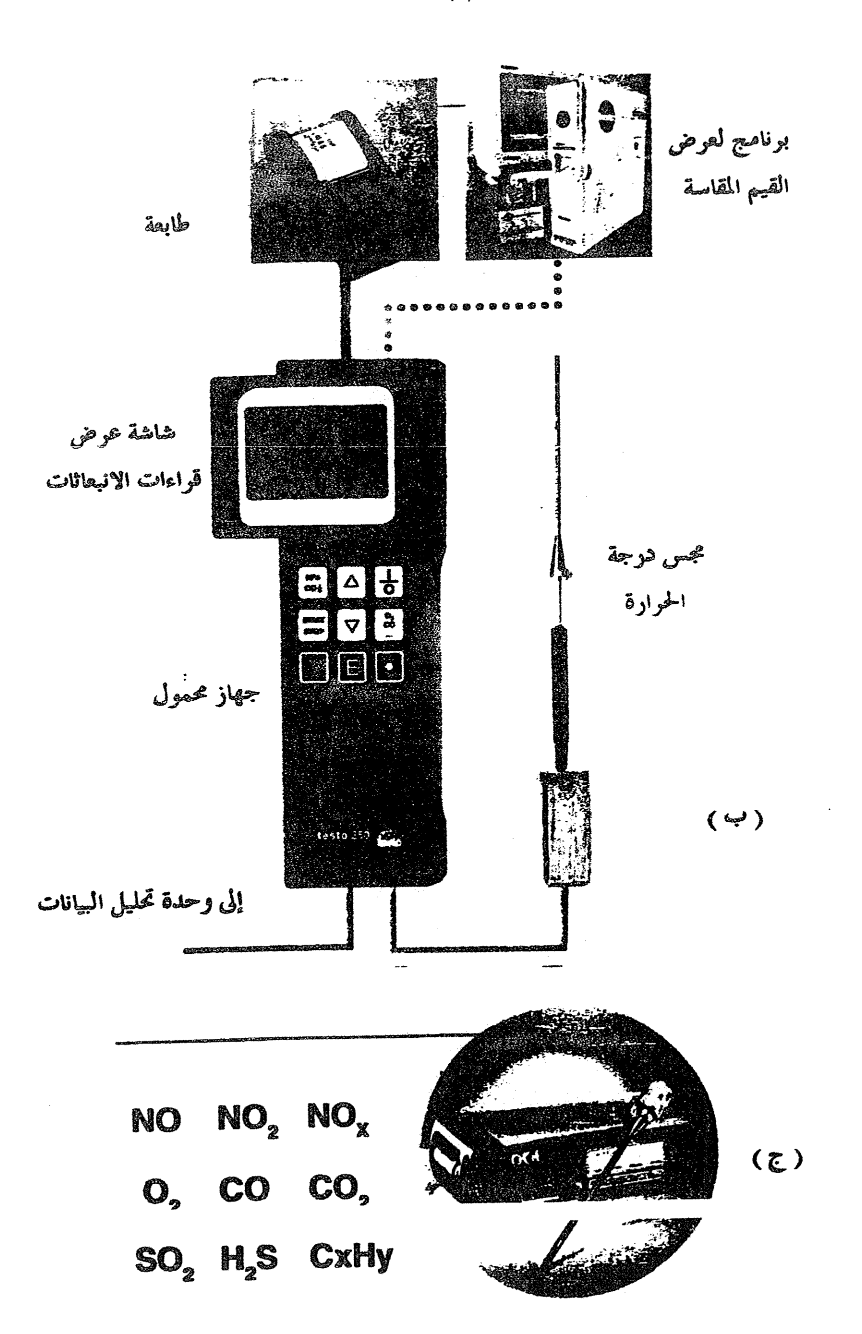
(4) جهاز قياس درجة الحرارة *Temperature meter*

يستخدم الجهاز لقياس درجة حرارة نقط الرباطات الكهربائية وكذلك درجة حرارة مواسير البخار وجسم الغلاية.. وذلك عن بعد بدون لمس لخطورة المواضع المراد قياس درجة حرارتها.





شكل (85 – 3) أ جهاز قياس نسب غازات عادم



شكل (85 – 3) ب ، ج أجهزة قياس نسب غازات عادم الاحتراق

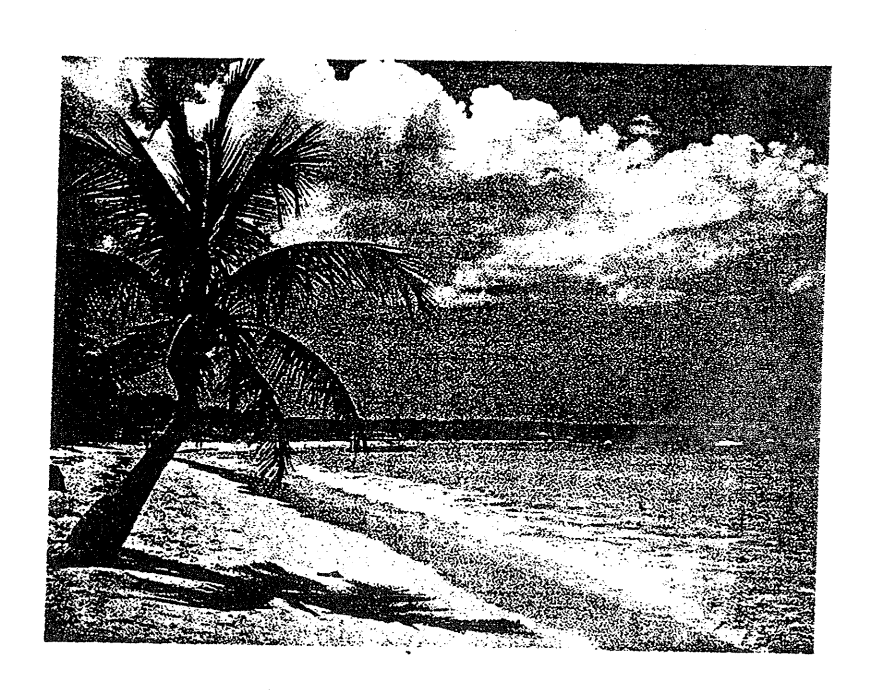
هذه الاجهزة تقيس الاشعاعات فوق الحمراء *(Infrared radiation)* المنبعثة ثم يحول الاشعاع المقاس إلى درجة حرارة مقروءه على شاشة الجهاز.

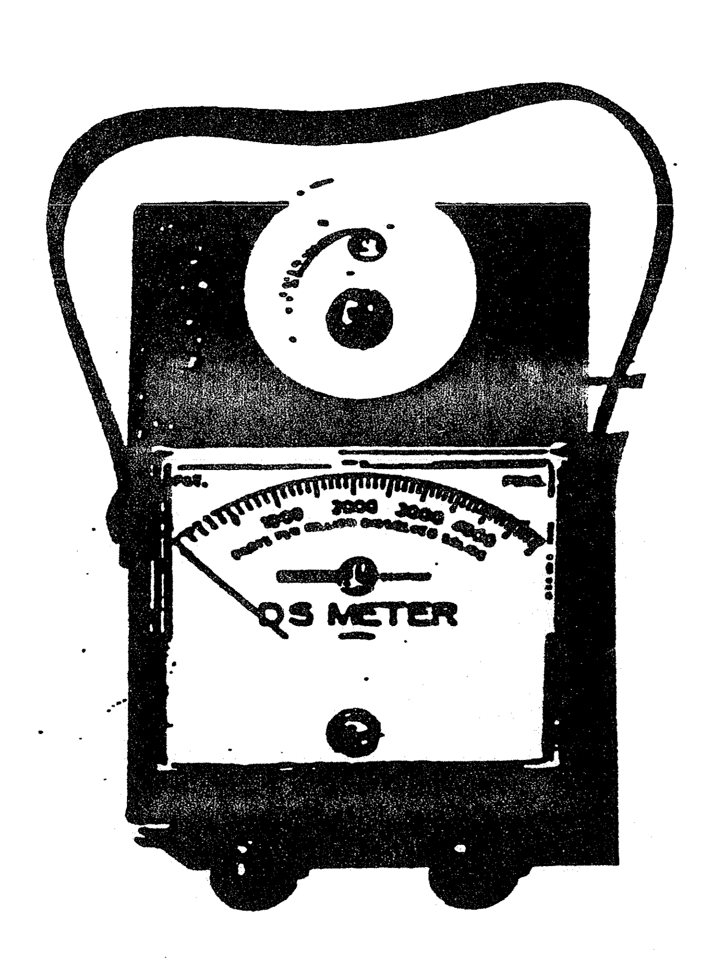
يوضح شكل *(87 - 3)*أحد أنواع أجهزة قياس درجة الحرارة عن بعد (تسمى هذه الأجهزة بيروميتر *Pyrometer*)

من خصائص الجهاز

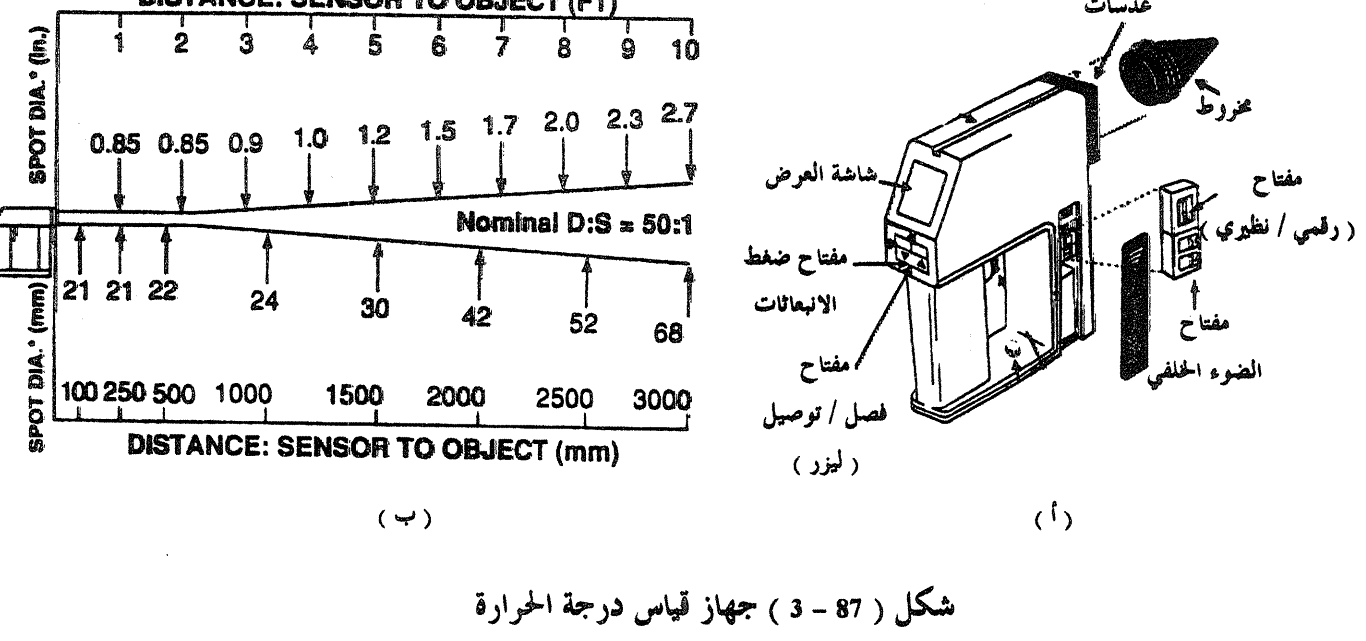
- مدى درجة الحرارة المقاسة : من *30°C* – إلى *900°C*
- زمن الاستجابة : *250* مللى ثانيه
- الانبعاثية

تختلف الانبعاثية *(emissivity)* من معدن لآخر، لذا توجد أجهزة يتم ضبط الانبعاثية بها قبل القياس، حسب المادة المراد قياس درجة حرارتها أو تكون الانبعاثية مخزنة بذاكرة الجهاز للمواد التى يتم التعامل معها.





شكل (86 – 3) جهاز قياس الأملاح الذائبة



(ب) (أ)

شكل (87 - 3) جهاز قياس درجة الحرارة

يوضح جدول (23 - 3) قيم الانبعاثية ε للمواد المعدنية

جدول (23 - 3) الانبعاثية ε للمواد المعدنية

المادة	الصفة	الانبعاثية ε
الالومنيوم	غير مؤكسد	0.02 - 0.1
	مؤكسد	0.2 - 0.4
	سبيكه A3003 مؤكسد (Oxidized)	0.3
	خشن Roughened	0.1 - 0.3
	مصقول Polished	0.02 - 0.1
النحاس الأصفر	مصقول	0.01 - 0.05
	مصقول بالحك Burnished	0.3
	مؤكسد	0.5
الكربون	غير مؤكسد	0.8 - 0.9
	جرافيت (Graphite)	0.7 - 0.8
الرصاص	مصقول	0.05 - 0.1
	خشن	0.4
	مؤكسد	0.2 - 0.6
الصلب	مدلفن على البارد	0.7 - 0.9
	لوح مجلخ (Ground sheet)	0.4 - 0.6
	لوح مصقول	0.1
	منصهر	-
	مؤكسد	0.1 - 0.3
	غير قابل للصدأ (Stainless)	0.05
التنجستن	مصقول	0.03 - 0.1
الزنك	مؤكسد	0.1
	مصقول	0.02

الباب الخامس
القوانين والقواعد المنظمة لحماية البيئة بمصر

ستتعرض فى هذا الباب لبعض القوانين والقواعد المنظمة لتلوث الهواء وتلوث المياه بمصر بغرض حماية البيئة والتى تتلخص فى الموضوعات الآتية :

- القوانين المنظمة لتلوث الهواء.
- القوانين المنظمة لتلوث المياه.
- القوانين المنظمة للتحكم فى النفايات الصلبه.
- القوانين المنظمة للسموم الصناعية والآمن الصناعى.
- القوانين المنظمة للضوضاء.
- قانون حماية البيئة رقم ٤ لعام ١٩٩٤.
- السجل البيئى.
- سجل الحالة البيئية.
- نظام مراجعة تقييم الآثار البيئية :
  * مشروعات القائمة البيضاء.
  * مشروعات القائمة الرمادية.
  * مشروعات القائمة السوداء.

بعض قوانين البيئة :

* حماية البيئة الهوائية من التلوث

مادة ٤٢ الخاصة بالاحتياطات والحدود المسموح بها ومواصفات المداخن عند حرق أى نوع من أنواع الوقود.

* ملحق رقم *(1)*

المعايير والمواصفات لبعض المواد عند تصريفها فى البيئة البحرية.

* ملحق رقم *(5)*

الحدود القصوى لملوثات الهواء الخارجي.

* ملحق رقم *(6)*

الحدود المسموح بها لملوثات الهواء فى الانبعاثات.

* ملحق رقم (7)

الحدود المسموح بها لشدة الصوت ومدة التعرض الآمن له.

* ملحق رقم (8)

الحدود القصوى لملوثات الهواء داخل أماكن العمل وفقا لنوعية كل صناعة.

* ملحق رقم (9)

الحد الأقصى والحد الادنى لكل من درجتى الحرارة والرطوبة ومدة التعرض لهما ووسائل الوقاية منهما.

* ملحق رقم (10)

المواد الملوثة غير القابلة للتحلل والتى يحظر على المنشآت الصناعية تصريفها فى البيئة البحرية.

القوانين المنظمة لتلوث الهواء

(1) القرار الجمهورى رقم *864* لعام *1969*

ينص على دراسة مصادر تلوث الهواء ووضع سياسة منع تلوث الهواء ووضع معايير وأسس لنوعية الهواء.

(2) قرار وزير الصحة رقم *47* لعام *1971* (ورقم *240* لعام *1979*).

وضع معايير للهواء المطلق وفى أماكن العمل ويشتمل على :

الغازات والابخرة، الاتربة والمواد المعلقة - الاتربة المتساقطة على المناطق السكنية - اتربة المواد الخام الصناعية والتى لا تزيد عن *40* طن/ ميل مربع/ شهر.

(3) القانون رقم *106* لعام *1976* (ورقم *30* لعام *1983*).

يتعلق بقواعد البناء والمسافات بين المبانى والفتحات والنوافذ.

(4) قرار وزير الاسكان رقم *380* لعام *1975*

يحدد الشروط الخاصة بالمبانى العامة مثل المنشآت الاقتصادية والمصانع ويضع القواعد لنظم التهوية وتفادى الحرارة الشديدة والبرد والرطوبة والافران والمداخن.

(5) القانون رقم *148* لعام *1959* (ورقم *10* لعام *1969*، ورقم *75* لعام *1981*، ورقم *107* لعام *1982*)

يختص بالدفاع المدنى وقواعد حماية البيئة بالنسبة للورش والمنشآت والمبانى العامة وطرق التعامل مع الكوارث القومية.

(6) القانون رقم *66* لعام *1973* (رقم *210* لعام *1980*، ورقم *20* لعام *1983*)

القواعد الخاصة بعادم السيارات (الدخان الثقيل).

(7) القانون رقم 137 لعام 1981

يختص بالعمال ويحدد كمية الهواء النقى لكل عامل فى مكان العمل وكذلك درجة الحرارة والرطوبة.

(8) القانون رقم 27 لعام 1981

خاص بعمال المناجم والمحاجر.

(9) القانون رقم 52 لعام 1981

خاص بمخاطر التدخين

(10) القانون رقم 59 لعام 1960

خاص باستخدام والحماية من الاشعة المؤينة.

(11) قرار وزير الصناعة رقم 380 لعام 1982

يختص باستخدام أجهزة الحماية لمنع التلوث الناتج من استخدام تقنيات جديدة فى المشاريع الصناعية

القوانين المنظمة لتلوث المياه

القوانين الخاصة بمياه الصرف

(1) القانون رقم 93 لعام 1962

يختص بالتخلص من مياه المجارى.

(2) القانون رقم 48 لعام 1982

يختص بحماية نهر النيل ومجارى مصر المائية من التلوث.

القانون الخاص بحماية مياه البحر

(1) القانون رقم 72 لعام 1968

وينص على حماية مياه البحر من التلوث البترولى.

القوانين المنظمة للتحكم فى النفايات الصلبة

(1) القانون رقم 38 لعام 1967 (رقم 31 لعام 1976)

خاص بالنظافة العامة وينظم جمع والتخلص من النفايات الصلبه من البيوت والأماكن العامة والمنشآت الصناعية والاقتصادية.

(2) قرار وزير الإسكان رقم 134 لعام 1968

للتعريف بالقمامة والمخلفات الصلبة

(3) القانون رقم 62 لعام 1947

خاص بالوقاية الصحية فى الريف.

(4) القانون رقم 57 لعام 1978

خاص بمعالجة البرك والمستنقعات.

القوانين المنظمة للسموم الصناعية والأمن الصناعى

(1) القانون رقم 137 لعام 1981

يهتم بالعمالة والامن الصناعى.

(2) قرار وزير القوى العاملة رقم 55 لعام 1983

خاص بالاحتياطات والشروط اللازمة للامن الصناعى والصحة فى مكان العمل.

(3) القانون رقم 21 لعام 1958

يهتم بالقواعد المنظمة للصناعة.

القوانين المنظمة للضوضاء

(1) القانون رقم 137 لعام 1981

يختص بالعمالة (الأخطار الفيزيائية التى تشمل الضوضاء).

(2) قرار وزير القوى العاملة رقم 25 لعام 1983

وضع معايير الضوضاء فى أماكن العمل كما يلى :

شدة الضوضاء (ديسبل)	90	95	100	105	110	115
عدد ساعات التعرض	-	8	4	2	1	(0.25 - 0.5)

الضوضاء الصادرة من المطارق (الشواكيش) الثقيلة

شدة الضوضاء (ديسبل)	140	130	120
عدد ساعات التعرض	100	1000	10000

وغير مسموح بأى ضوضاء شدتها أعلى من 140 ديسبل

قانون حماية البيئة رقم 4 لعام 1994

صدر قانون رقم 4 لعام 1994 فى 3 يناير 1994

يؤسس القانون جهاز شئون البيئة ليحل محل القرار الجمهورى رقم 631 لعام 1982 ويعطى القانون تفويضا كاملا لجهاز شئون البيئة لتنسيق جميع الجهود الخاصة بحماية البيئة فى مصر.

يحتوى القانون على :

- باب تمهيدى

الفصل الأول : أحكام عامة.

الفصل الثانى : جهاز شئون البيئة.

الفصل الثالث : صندوق حماية البيئة.

الفصل الرابع : الحوافز.

- الباب الأول «حماية البيئة الارضية من التلوث»

الفصل الأول : التنمية والبيئة.

الفصل الثانى : المواد والنفايات الخطرة (الضارة).

ينص على قواعد إدارة المواد والنفايات الصلبة. تنظم هذه القواعد أدوار ومسئوليات منتجى النفايات الخطرة وناقليها وأصحابها ومعالجيها ومخزنيها والقائمين على التخلص منها. ويشتمل النظام على المعايير والتصاريح وكيفية التعرف على النفايات المقننة ويحظر استيراد النفايات الخطرة إلى أراضى ومياه مصر.

الفصل الثالث : حماية البيئة الهوائية من التلوث

- يجب ألا تتعدى ملوثات الهواء المنبعثة من أعمال البناء والتشغيل الحدود المسموح بها.
- يجب أن تكون الغازات المنبعثة من وسائل النقل فى الحدود المسموح بها ويجب حرق النفايات الصلبه فقط فى الأماكن المخصصة لذلك.
- يجب ألا ينتشر تراب وبقايا البناء.
- حرق الوقود للأغراض الصناعية، أو لانتاج الطاقة والبناء، أو لأى غرض، يجب أن يكون فى الحدود المسموح بها.
- عند استخراج أو تكرير البترول، يجب أن تكون تأثيراته على الهواء فى الحدود المسموح بها من خلال اجراءات تحكم ذات كفاءة.
- تنظم اللائحة الحدود المسموح بها لشدة الصوت.
- يجب أن تكون انبعاثات الهواء فى أماكن العمل فى الحدود المسموحة وتنظم اللائحة درجة الحرارة الرطوبة والتهوية.
- تنظم اللائحة الحدود المسموح بها للتدخين فى الأماكن العامة المغلقة.
- تنظم القواعد التركيزات المشعة فى الحدود المسموح بها.

الباب الثالث : حماية البيئة المائية من التلوث

الفصل الأول : التلوث من السفن.

* التلوث من الزيت.

* التلوث بالمواد الضارة.

* التلوث بمخلفات الصرف الصحى والقمامة.

الفصل الثانى : التلوث من المصادر البرية.

الفصل الثالث : الشهادات الدولية.

الفصل الرابع : الاجراءات الادارية والقانون.

الباب الرابع : العقوبات

يعرض بعض أمثلة عن العقوبات.

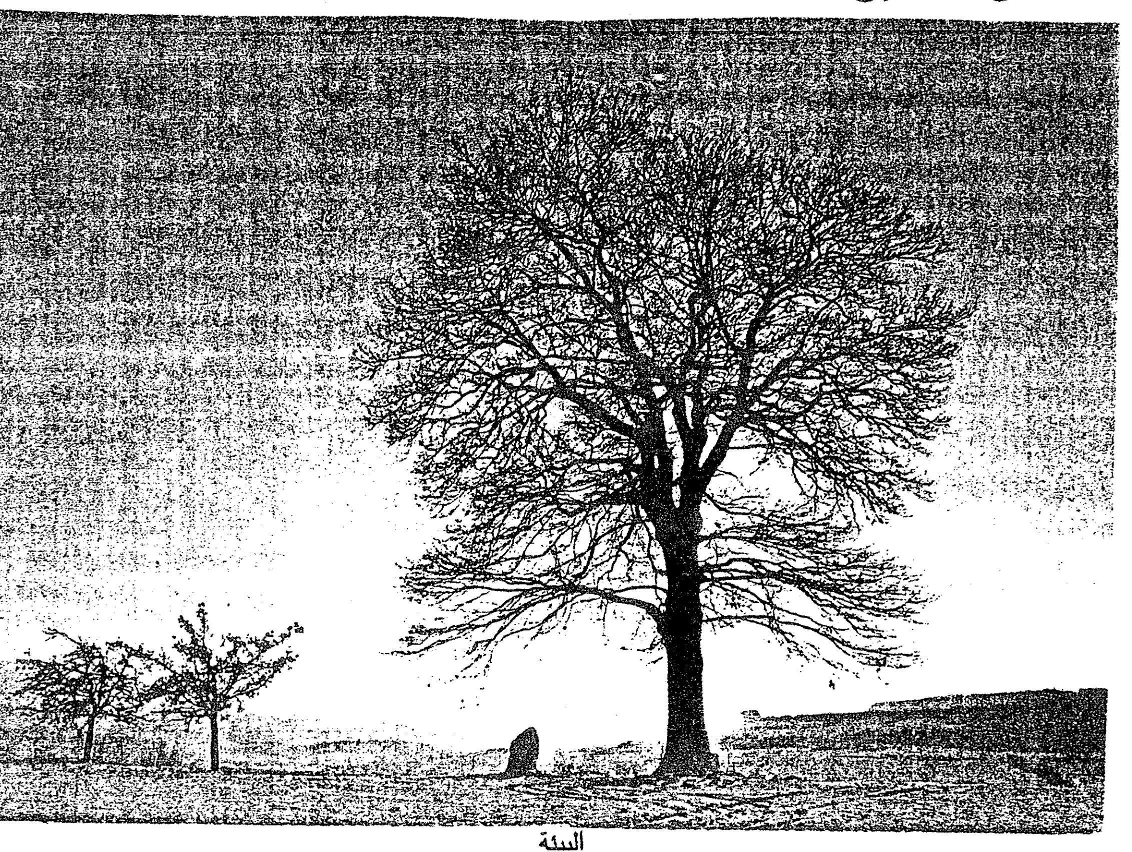
- للمخالفين لقواعد حماية الهواء من التلوث.

من ألف إلى عشرين الف جنيه للمبيدات الحشرية واستخراج وتكرير البترول.

من *200* إلى *20* الف جنيه للمواد المشعه.

من *20* الف إلى *40* الف جنيه وخمس سنوات سجن كحد ادنى للنفايات الضارة.

من *40* ألف إلى *200* الف جنيه لالقاء الزيوت والمواد الخطرة فى البحر.



البيئة

السجل البيئى

يحتوى على بيانات المنشأة وعلى جميع المخاطبات الخاصة بالبيئة

يشمل السجل البيئى البيانات الآتية :

(1) اسم المنشأة :

(2) اسم المسئول :

(3) الفترة الزمنية المغطاة فيها البيانات البيئية (لمدة عام) :

(4) التوصيف العام للمنشأة :

- نوعية النشاط الصناعى :
- طبيعة الانتاج :

(أ) رأس المال المستثمر والعائد السنوى :

(ب) عدد العاملين بالمنشأة وسنه التشغيل.

يذكر عدد العاملين بالأدارات المختلفة.

(جـ) خريطة توضح موقع المنشأة.

خرائط توضح :

- مواقع المبانى.
- نقاط الانبعاثات الغازية.
- نقاط صرف مياه الصرف ـ الصرف الصناعى ـ الصرف الصحى.

(د) العمليات الانتاجية :

(هـ) توصيف العمليات الانتاجية.

(و) المواد الخام والمواد المساعدة (اساسيات الانتاج).

* المياه الخام		الكمية – الاستهلاك
* الكيماويات		الكمية – الاستهلاك

(س) الاستخدام السنوى لمصادر الطاقة

كهرباء ـ غاز ـ سولار ـ مازوت

(ص) توصيف مناطق التخزين : قطع الغيار ـ المستهلك

اشتراطات التخزين المطابقة وطرق تأمينها ضد الحرائق

(5) القوانين والتشريعات والقرارات الوزارية

قوانين البيئة والسلامة والصحة المهنية

قانون رقم 4 لسنة 1994

قانون رقم *137* لسنة *1982*

قانون رقم *116* لسنة *1991*

(6) حفظ جميع المراسلات والمخاطبات مع جهاز شئون البيئة

(7) الانبعاثات ومعدلاتها وعمليات المعالجة.

- مستوى الملوثات داخل بيئة العمل.
- مستوى الانبعاثات داخل بيئة العمل.
- مستوى التعرضات خارج بيئة العمل.
- الانبعاثات السائلة.

مواصفات المياه الداخلة للتبريد من حيث *T, PH, TDS*

مواصفات مياه التبريد الخارجة من حيث *T, PH, TDS*

- الانبعاثات الصلبه

المواد الصلبه

النفايات الخطرة

(8) التزام المنشأة بتنظيم أجهزة السلامة.

(9) التدريب فى مجال السلامة والصحة المهنية.

(10) وسائل الخدمات الطبية :

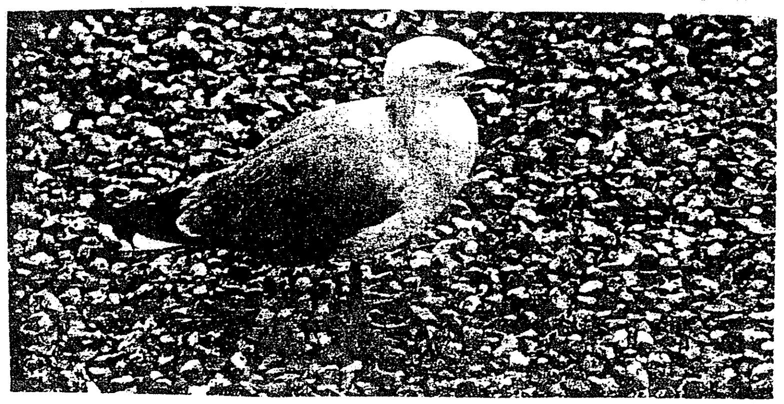
عيادة ـ عربه اسعاف ـ طبيب مستشفيات متعاقد عليها.

(11) الكشف الطبى الدورى : اسماء المكشوف عليهم والنتيجة.

(12) مقومات سلامة العمل.

(13) نظام الوقاية من الحريق : اطفاء ذاتى ـ اطفاء يدوى ـ مراكز ثابته

خرائط توضح شبكة الحريق ـ مصادر تغذية مياه الحريق ـ الانواع المختلفة لمضخات اطفاء الحريق والسعات المختلفة.



البيئة

سجل
الحالة البيئية

هو سجل يسجل به تأثير نشاط المنشأة على البيئة ويحتوى على :

(1) اسم وعنوان المنشأة :

(2) اسم وطبيعة المسئول عن تحرير السجل :

(3) الفترة الزمنية التى تغطيها البيانات الحالية :

(4) نوعية النشاط :

(5) طبيعة المواد الخام :

(6) التشريع الخاضع له المنشأة :

(7) الاشتراطات الخاصة الصادرة من جهاز شئون البيئة للمنشأة.

(8) بيان بأنواع الانبعاثات ومعدلات صرفها (فى الساعة، فى اليوم، فى الشهر، فى السنة) وكيفية التصرف فيها.

الانبعاثات الغازية

(أ) مصدرها ومعدلاتها.

(ب) جدول مقارنة للمؤثرات المختلفة فى حدود القانون.

(جـ) أنواع الوقود المستخدم.

(د) إرتفاع المداخن (أن وجدت).

المخلفات الصلبة:

المخلفات السائلة :

(أ) الصرف الصناعى.

(ب) مياه التبريد.

(جـ) الصرف الصحى.

عينات مخطوفة (جرابية)

* تاريخ ووقت ومكان كل عينة.
* معدل جميع العينات.
* بيان بالمؤشرات المطلوب قياسها (يوميا / أسبوعيا / شهريا).

عينات مركبة

* تاريخ ووقت جمع العينة.
* أماكن ونسب خلط العينة المركبة.
* بيان بالمؤشرات المطلوب قياسها (يوميا / أسبوعيا / شهريا).

أمثلة من عينات مخطوفة (جرابية)

فى بيئة العمل

(أ) الضوضاء

يتم قياس شدة الضوضاء فى الاقسام المختلفة بالمنشأة.

فى حالة استخدام مهمات الامن الصناعى من سدادات اذن وكاتم صوت يذكر ذلك.

(ب) درجة الحرارة :

يتم قياس درجة الحرارة على فترات دورية.

(جـ) الاضاءة

يتم قياس مستويات الاضاءة بالاقسام المختلفة بالمنشأة بصفة دورية.

(د) تسرب الغازات

تذكر أنواع الغازات وكيفية قياس التسرب ومعدل القياس (يوميا/ أسبوعياً).

أمثلة لقياسات بيئة العمل

(أ) الضوضاء

يتم قياس شدة الضوضاء فى الاقسام المختلفة المذكورة بالجدول باستخدام جهاز قياس الضوضاء طراز......

وحدة القياس ديسبل *(db)*

م	تحديد نوع المكان والنشاط	الحد الاقصى المسموح به لشدة الضوضاء	القراءات الحالية
1	أماكن العمل ذات الوردية حتى ثمانية ساعات وبهدف الحد من مخاطر الضوضاء على حاسة السمع.	90	
2	أماكن العمل التى تستدعى سماع اشارات صوتية وحسن سماع الكلام.	80	
3	حجرات العمل لمتابعة وقياس وضبط التشغيل وبمتطلبات عالية.	65	
4	حجرات العمل لوحدات الحاسبات الآلية أو الآلات الكاتبة أو ماشابه ذلك.	70	
5	حجرات العمل للانشطة التى تتطلب تركيز ذهنى روتينى	60	

فى حالة استخدام مهمات الآمن الصناعى من سدادات اذن أو كاتم صوت لحماية العاملين يذكر ذلك.

(ب) درجة الحرارة

يتم قياس درجة الحرارة على فترات دورية

نظام العمل والراحة كل ساعة	عمل خفيف	متوسط القراءات فى...
عمل مستمر	30° م	

(جـ) الاضاءة

يتم قياس مستويات شدة الاضاءة بالاقسام المختلفة باستخدام جهاز قياس شدة الاضاءة طراز.... بصفة دورية.

(د) تسرب الغازات

يذكر نوع الغاز

(1) الغاز الطبيعى

(2) غاز الكلور

(3) غاز *SF6*

(4) غاز النشادر

نظام مراجعة تقييم الآثار البيئية

ينص القانون رقم *4* لعام *1994* على ضرورة إجراء تقييم الآثار البيئية لمنشآت ومشروعات معينة توضحها اللائحة التنفيذية - قبل صدور الترخيص وفى وقت سابق لاقامة المنشأة أو المشروع من قبل سلطة الجهة الادارية المختصة أو الجهة المانحة للترخيص.

وتستند اللائحة التنفيذية للقانون رقم *4* فى تعريفها للمنشآت والمشروعات التى تخضع لتقييم الآثار على المبادئ الرئيسية التالية :

(1) نوعية النشاط الذى تمارسه المنشأة.

(2) مدى استنزاف المنشأة للموارد الطبيعية خاصة المياه، الاراضى الزراعية والثروات المعدنية.

(3) موقع المنشأة.

(4) نوعية الطاقة المستخدمة لتشغيل المنشأة.

وغالبا يكون عدد المشروعات التى تخضع لذلك كبير جدا، وذلك يشكل عبئا ثقيلا على الجهات الادارية وعلى جهاز شئون البيئة، لذا فقد تم وضع نظام يمتاز بالمرونة لتنظيم إجراءات تقييم الآثار البيئية للمشروعات بما يحقق توظيف للموارد الاقتصادية والفنية المحدودة بالاسلوب الأمثل.

يضمن هذا النظام اسلوبا مرنا للفحص هو أسلوب القوائم حيث يتم تصنيف المشروعات إلى ثلاثة فئات تتطلب مستويات مختلفة من تقييم الآثار البيئية المحتملة لكل فئة.

اسلوب القوائم

يعتمد اسلوب القوائم على تصنيف المشروعات تبعا لشدة الآثار المحتملة إلى ثلاثة فئات أو قوائم تحتاج إلى ثلاثة مستويات مختلفة من إجراءات تقييم التأثير البيئى :

(أ) مشروعات القائمة البيضاء.

للمنشآت والمشروعات ذات الآثار البيئية الضئيلة.

(ب) مشروعات القائمة الرمادية

للمنشآت والمشروعات التى يمكن أن تحدث آثارا بيئية هامة.

(جـ) مشروعات القائمة السوداء

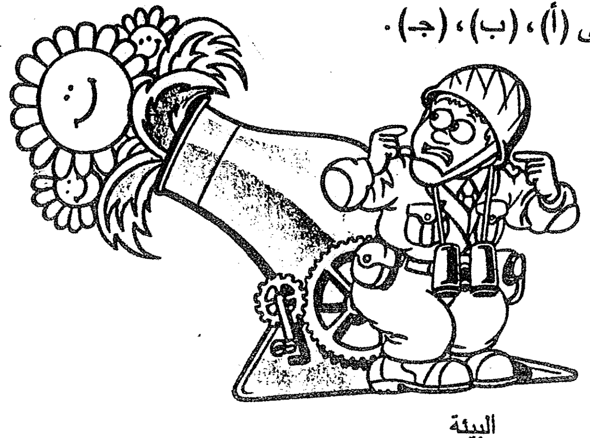
للمنشآت والمشروعات التى تتطلب عمل تقييم بيئى كامل حيث تحدث منها آثار بيئية خطيرة.

تصنف المشروعات والمنشآت إلى ثلاثة فئات إرشادية وهى على سبيل المثال وليس الحصر. ويمكن لجهاز شئون البيئة تعديل هذا التصنيف كل ثلاثة سنوات وذلك طبقا للخبرة المكتسبة فى هذا الصدد. وفى حالة ما إذا تعذر تصنيف أى مشروع ضمن الفئات الثلاثة فيجب على مقدم المشروع الاتصال بجهاز شئون البيئة لتقديم النصح إليه وفيما يلى :

- نموذج التصنيف البيئى (أ).
- نموذج التصنيف البيئى (ب).
- نموذج التصنيف البيئى (جـ).

يوضح جدول *(1 - 5)* قائمة المشروعات والمنشآت التى تخضع لسلطة وزارة الكهرباء والطاقة طبقا للتصنيف البيئى (أ)، (ب)، (جـ).

ويوضح جدول *(2 - 5)* قائمة المشروعات والمنشآت التى تخضع لسلطة وزارة الصناعة والثروة المعدنية طبقا للتصنيف البيئى (أ)، (ب)، (جـ).



البيئة

جدول (1 - 5) قائمة المشروعات والمنشآت التى تخضع لسلطة وزارة الكهرباء والطاقة

مشروعات القائمة البيضاء (نموذج التصنيف البيئى (أ))	مشروعات القائمة الرمادية (نموذج التصنيف البيئى (ب)	مشروعات القائمة السوداء (نموذج التصنيف البيئى (جـ))
(1) التوسع فى خطوط قوى كهربائية قائمة بحيث لا يتم زيادة طول الخطوط بأكثر من 10%	(1) محطة القوى الحرارية بطاقة 30 ميجاوات أو أقل.	(1) محطات القوى الحرارية التى تزيد طاقتها عن 30 ميجاوات.
(2) إنشاء أو التوسيع فى محطة التشغيل لجهد لا يتجاوز 130 كيلو ڤولت.	(2) خطوط نقل القوى الكهربائية ومحطات التحويل التى لم تذكر فى القائمة البيضاء.	(2) محطات القوى التى تستخدم وقود نووى فى التشغيل.
	(3) محطات إنتاج القوى باستخدام طاقة الرياح.	(3) خطوط نقل القوى الكهربائية عبر القارات / الدول.
		(4) محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة المائية.

جدول (2 - 5) قائمة المشروعات والمنشآت التى تخضع لسلطة وزارة الصناعة والثروة المعدنية

مشروعات القائمة البيضاء (نموذج التصنيف البيئى (أ))	مشروعات القائمة الرمادية (نموذج التصنيف البيئى (ب)	مشروعات القائمة السوداء (نموذج التصنيف البيئى (جـ))
(1) مصانع المنسوجات التى لا تتضمن وحدات صباغة والتى تقام بالمناطق الصناعية المعتمدة. (2) مصانع المطاط والبلاستيك التى تقام بالمناطق الصناعية المعتمدة. (3) مصانع الخميرة وتخمير الشعير (البيرة) ومصانع المياه المعدنية التى تقام بالمناطق الصناعية المعتمدة. (4) المصانع التى تنتج الفواكة والخضروات المعلبة بكميات تبلغ 1000 طن سنويا أو أقل والتى تقام بالمناطق الصناعية المعتمدة. (5) مصانع الجلود والاحذية التى تقام بالمناطق الصناعية المعتمدة. (6) معامل تدخين المواد الغذائية التى تنتج 500 كيلو من المواد الغذائية أو أقل يوميا.	(1) مصانع الصلب والحديد والزهر إذا كانت الطاقة الانتاجية لا تزيد عن 150طن/ يوم. (2) مسابك الحديد ومسابك الصلب ومسابك المعادن غير الحديدية. (3) مصانع المعالجة السطحية لاعمال الحديد والصلب أو المعادن غير الحديدية (مصانع الطلاء الكهربائى التى تنتج 25 طن أو أقل من المشغولات اليومية) (أنظر القائمة بالمشروعات السوداء). (4) احواض بناء السفن الصلب، الاحواض الجافة والعائمة لاصلاح وصيانه السفن. (5) أعمال المحركات وورش الماكينات. (6) تصنيع وتجميع العربات والسيارات. (7) ورش الغلايات ومصانع المواسير. (8) مشروعات التقنيات الكهربائية وتشمل مصانع الكابلات وورش البطاريات ومصانع المراكم. (9) مصانع الاسمنت التى تستخدم العملية الصناعية الجافة. وأعمال الجير التى لا تزيد طاقتها عن 100 طن/ ساعة	(1) مصانع الصلب والحديد الزهر التى تزيد الطاقة الانتاجية لها عن 150 طن/ يوم. (2) المصانع التى تقوم بأعمال الطلاء الكهربائى والتى تزيد الطاقة الانتاجية لها عن 25 طن من المشغولات / يوم. (3) مصانع الاسمنت التى تستخدم العملية الصناعية الجافة وأعمال الجير التى تبلغ طاقتها 100 طن / ساعة أو أكثر ومصانع الاسمنت التى تستخدم عمليات صناعية أخرى (رطبة - شبه رطبه - شبه جافة) وتكون طاقتها 50 طن/ ساعة أو أكثر. (4) استخراج المعادن فى المناطق الجديدة والتى تزيد المساحة الكلية لمنطقة استخراج بها عن 1500 طن. (5) المرافق الخاصة بانتاج الالياف

تابع جدول (2 - 5) قائمة المشروعات والمنشآت التي تخضع لسلطة وزارة الصناعة والثروة المعدنية

مشروعات القائمة البيضاء (نموذج التصنيف البيئى (أ))	مشروعات القائمة الرمادية (نموذج التصنيف البيئى (ب)	مشروعات القائمة السوداء (نموذج التصنيف البيئى (جـ))
(7) المصانع التى تقوم بتصنيع منتجات الاسماك بكميات تبلغ 1000 طن أو أقل سنويا.	ومصانع الاسمنت التى تستخدم عمليات أخرى (رطبه، شبه رطبه، أو شبه جافة) وتبلغ طاقتها 50 طن/ ساعة أو أقل. (10) صناعة الزجاج. (11) استخراج المعادن فى مناطق جديدة تشغل مساحة إجمالية تبلغ 1500 فدان أو أقل. (12) مصانع الحراريات مثل صناعة الطوب والبلاط والسيراميك. (13) المشروعات الخاصة بصناعة البورسلين والخزف ويزيد إنتاجها عن 200 كجم يوميا إذا كانت تقع خارج المناطق الصناعية المعتمدة. (14) منشآت تصنيع وإنتاج اعلاف الحيوانات والأسماك. (15) التسهيلات التخزينية للكيماويات (غير منتجات تكرير البترول). (16) المنشآت والمواقع الخاصة بأعمال التدوير واعادة استخدام المخلفات الصناعية. (17) الصناعات الكيماوية المتكاملة مثل مصانع السماد ومصانع زيوت التشحيم ومصانع الكيماويات المعدنية	المعدنية الطبيعية المسامية (respirable). (6) الصناعات الكيميائية المتكاملة مثل مصانع السماد ومصانع زيوت التشحيم ومصانع الكيماويات البترولية الاساسى وانتاج الادوية ومصانع مواد الطلاء والصباغة ومصانع الصابون والمنظفات ومواد النظافة حيث تزيد الطاقة الانتاجية لكل منتج أو للمنتج المركب عن 50 طن/ يوم. (7) مصانع إنتاج واستنباط المبيدات الحشرية. (8) مصانع انتاج لب الورق بطاقة انتاجية تزيد عن 100 طن / يوم من قش الازر و 500 طن/ يوم من تفل (مصاصة) قصب السكر. (9) أعمال صباغة المنسوجات بطاقة

تابع جدول (2 - 5) قائمة المشروعات والمنشآت التي تخضع لسلطة وزارة الصناعة والثروة المعدنية

مشروعات القائمة البيضاء (نموذج التصنيف البيئى (أ))	مشروعات القائمة الرمادية (نموذج التصنيف البيئى (ب)	مشروعات القائمة السوداء (نموذج التصنيف البيئى (جـ))
	البترولية الأساسى، وانتاج الأدوية ومصانع مواد الطلاء والصباغة ومصانع الصابون والمنظفات ومواد النظافة حيث تبلغ الطاقة الانتاجية لكل منتج أو للمنتج المركب 50 طن/ يوم أو أقل. (18) صناعة الافلام وأوراق التصوير الفوتوغرافى. (19) معامل تحميض الصور الفوتوغرافية. (20) تعبئة وتغليف الكيماويات السائلة والصلبه والمنتجات فى مواقع خارج المناطق الصناعية المعتمدة. (21) مصانع الصمغ الصناعى والغراء. (22) مصانع انتاج لب الورق بطاقة 100 طن/ يوم (من قش الازر و 500 طن يوميا من تفل السكر أو أقل ومصانع الورق والكرتون). (23) ورش نقع الاخشاب (المعالجة الكيميائية للاخشاب). (24) أعمال صباغة المنسوجات بطاقة تبلغ 10 طن يوميا أو أقل. (25) منشآت تشغيل السليلوز ومصانع الغزل والنسيج التى تقع خارج المنطقة الصناعية المعتمدة.	انتاجية تزيد عن 10 طن/ يوم. (10) المدابغ التى يزيد إنتاجها عن مليون قدم مربع سنويا أو تستخدم 750 قطعة كاملة من جلود الحيوان / يوم. (11) مسابك الرصاص. (12) منشآت تكرير الزيوت النباتية ومعالجات أخرى لها.

تابع جدول (2 - 5) قائمة المشروعات والمنشآت التى تخضع لسلطة وزارة الصناعة والثروة المعدنية

مشروعات القائمة البيضاء (نموذج التصنيف البيئى (أ))	مشروعات القائمة الرمادية (نموذج التصنيف البيئى (ب)	مشروعات القائمة السوداء (نموذج التصنيف البيئى (جـ))
	(26) منشآت التنظيف والمغاسل التى يتم تشغيلها تجاريا. (27) مصانع الكاوتشوك والبلاستيك التى تقع خارج المناطق الصناعية المعتمدة. (28) صناعة الأوفست. (29) مصانع الخميرة وتخمير الشعير (البيرة) ومصانع المياه المعدنية التى تقع خارج المناطق الصناعية المعتمدة. (30) مصانع تكرير السكر. (31) المصانع التى تنتج الفواكة والخضروات المعلبه بكمية تزيد عن 100 طن/ يوم. (32) المجازر الخاصة بذبح الحيوانات. (33) المدابغ التى تبلغ طاقتها مليون قدم مربع سنويا أو تستخدم 750 قطعة جلد حيوان كامل يوميا أو أقل . (34) مصانع تدخين المواد الغذائية والتى تزيد طاقتها عن 500 كجم / يوم من المواد الغذائية المدخنة. (35) المصانع التى تقوم بتصنيع منتجات الاسماك بكميات تتجاوز 1000 طن/ سنه. (36) منشآت تصنيع الجلود والاحذية خارج المناطق الصناعية المعتمدة.	

Arab Republic of Egypt
The Cabinet of Ministers
Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA)

جمهورية مصر العربية
رئاسة مجلس الوزراء
جهـاز شئون البيئة

نموذج التصنيف البيئى (أ)

Environmental Screening Form (A)

معلومات عامة
(General Information)

١ ـ إسم المشروع : ....
(Project title)

٢ ـ نوع المشروع : (إسكان ـ تجارى ـ سياحى ـ صناعى ـ خلافه) ....
(Type of project) (Residential, Commercial, Touristic, Industrial, others)

٣ ـ مقدم المشروع (أو المالك) :
(Project developer / applicant)

الإسم (المالك ومسئول الإتصال) : ....
(Name of owner & contact person)

العنوان : ....
(Address) ....

رقم التليفون : .... رقم الفاكس : ....
(Telephone No.) (Fax. No.)

٤ ـ التكلفة الإستثمارية التقديرية للمشروع بالجنيه المصرى :
(Estimated capital investment / L.E.) ....

٥ ـ الجهة المانحة للترخيص : ....
(Competent licensing authority)

٦ ـ طبيعة المشروع (جديد ـ توسعات) : ....
(New project or extension of existing project)

٧ ـ مراحل المشروع وتواريخ بدايتها المتوقعة :
(Project phases and expected starting date)

الإنشـــاء : ....
(Construction)

التشغيـــل : ....
(Operation)

التوسع المستقبلى : ....
(Future expansion)

٨ ـ وصف موجز للمشروع : (الطاقة الإنتاجية ـ المواد الخام ـ مصادر الوقود ـ .الخ)
(Brief project description : Production capacity - Raw materials - Sources of Energy)

....

....

....

٩ ـ مكان وموقع المشروع :
(Project sitelocation) ....

العنـوان :
(Address) ....

المساحة الكلية لموقع المشروع (متر ٢) :
(Total Project area/m²) ....

١٠ ـ أى معلومات إضافية أخرى :
(Any additional information)

....

....

....

إقـرار
Certification

أقر أنا الموقع أدناه بأن المعلومات المدونة عالية صحيحة وحقيقية ، وأنه فى حالة أى تعديل لاحق سيتم إخطار جهاز شئون البيئة فى حينه ،

I hereby certify that the information given is accurate and true to the best of my knowledge, and in case of any consequent changes, prompt notification will be made to the EEAA.

المـقـــــــــــــر : ....
(Certified by)

رقم البطاقة / جواز السفر : ....
(I. D. No./pasport No.)

صـــفـــتـــه : ....
(refrence)

التـــــاريـــخ : ....
(Date)

Arab Republic of Egypt
The Cabinet of Ministers
Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA)

جمهورية مصر العربية
رئاسة مجلس الوزراء
جهــاز شئون البيئة

نموذج التصنيف البيئى (ب)
Environmental Screening Form (B)

أ - بيانات عامة (General Information)

١ - إسم المشروع : ....
(Project title) ....

٢ - طبيعة المشروع : (سكنى - تجارى - سياحى - صناعى - غيره) ....
(Type of project) (Residential, Commercial, Touristic, Industrial, others)

٣ - المستثمر (مقدم الطلب)
(Investor / applicant)

اسم مالك المشروع (أومقدم الطلب) ....
(Project developer or / applicant)

صفته : ....
(reference)

العنوان : ....
(Address) ....

رقم التليفون : .... رقم الفاكس : ....
(Phone No.) (Fax. No.)

معلومات يتم استكمالها بواسطة مسئول جهاز شئون البيئة Information to be completed by the EEAA officials
تاريخ التقدم بالطلب : / / تاريخ الورود : / / Date of application Receival Date
رقم مسلسل القيد Serial No.

* قيمة رأس المال التقديرية (بالجنيه المصرى) ....
(Estimated Capital Invstement, L.E.)

* الجهة الإدارية المانحة للترخيص وعنوانها ....
(Competent Licensing Authority & Address)
....

* طبيعة المشروع (جديد / توسعات) ....
(New / Extension)

* مراحل المشروع والتاريخ المتوقع لبدء المشروع
(Project phases and expected statting dates)

تاريخ بدء الإنشاء . ...
(Construction)

تاريخ بدء التشغيل : ....
(Operation)

تاريخ التوسع المستقبلى : ....
(Future Extension)

٤ ـ وصف موجز للمشروع (Brief Project description)

* الخصائص الرئيسية للمشروع ....
(Projectd basic features)
....
....

* أهداف المشروع ....
(Objectives)
....
....

* مبررات المشروع ....
(Need for justification)
....
....

* المكونات الرئيسية ....
(Basic components)
....
....
....
....

* التكنولوجيات المستخدمة (ترفق كلما أمكن أشكال توضيحية تبين تخطيط الموقع وخرائط التشغيل شاملة المدخلا والمخرجات شاملة المخلفات)

Technological systems (Accompanied as much as possible with layout and Operational charts and diagrams showing inputs & outputs (including wastes)

____

____

____

____

____

____

٥ ـ البدائل المأخوذة فى الاعتبار

(alternatives considered)

المواقع (sites)

التتكنولوجيات (technologies)

التصميمات (designs)

المواد المستخدمة (materials)

* هل تتوفر دراسات لمشروعات مماثلة (برجاء توضيح مصدرها)

(Are there available studies of similar projects : indicate source)

____

____

____

____

٦ ـ موقع المشروع (Progect location and'site)

* العنوان ______________________________

(Address)

* المساحة الكلية م٢ ______________________________

(Total Area, m^2)

(برجاء إرفاق خريطة مفصلة بمقياس رسم مناسب موضحاً بها الموقع وطرق المواصلات والمواسير وحدود الأرض والاستخدامات المجاورة للأراضى) .

Please attach a detailed map with a suitable scale to indicate clearly the site, transportation routes and pipelines, its boundaries and nei-bouring uses)

٧ ـ وصف موجز لمراحل المشروع وطرق البناء

A bri ef description of the construction phases and basic)
(construction methods

____
____
____
____
____
____
____
____

* المدخلات المستخدمة أثناء مرحلتى الإنشاء والتشغيل ومدى استهلاك المواد المستخدمة (فى حالة المشروعات الصناعية ، المواد الخام للمشروعات الأخرى أذكر المواد المستخدمة)

(Inputs during construction and operation)
In case of industrial projects, raw materials & for other projects, state kind of resources)

مدخلات المياه . الطاقة والأيدى العاملة ـ انظر جدول ١

Inputs of water, energy, and manpower, see table 1

مرحلة الإنشاء Operation phase	مرحلة الإنشاء Construction phase	المدخلات Inputs
		المياه ـ للأغراض الصحية Water - sanitary
		المياه ـ للعمليات الصناعية Water - process
		المياه ـ استخدامات أخرى Water - other usee
		الطاقة ـ الكهرباء Energy / electricity
		الطاقة / الوقود (سائل . صلب . غازى) Energy / electricity
		الطاقة / المصادر المتجددة Energy / renewable sources

		الأيدى العاملة Manpower
		غــيره Others

جدول ١ : المدخلات خلال مرحلتى الإنشاء والتشغيل

Inputs during construction and operation phases

٧ ـ المخرجات خلال مرحلتى الإنشاء والتشغيل

Outputs during construction and operation phases

الناتج النهائى : (مشروع صناعى) أو نواتج أخرى (جميع المشروعات) انظر جدول ٢

Endproducts (industrial project) : or other outputs (all projects), see table 2)

مرحلة التشغيل Operation phase	مرحلة الإنشاء Construction phase	انبعاثات . تصرفات . ومخلفات Emissions, discharges and wastes	نوع المخرجات Type of output
		ثانى أكسيد الكبريت Sulphur dioxide	هــواء Air
		مــواد عالقــة Particulate matter	هــواء Air
		دخان Smoke	هــواء Air
		رائحة Odour	هــواء Air
		ضوضاء Noise	هــواء Air

هــواء Air	غيره Others		
ميــاه Water	صرف صحى Sewage		
ميــاه Water	مخلفات صناعية Industrial waste		
مخلفات صلبة Solid waste	منزلى Domestic waste		
مخلفات صلبة Solid waste	صناعى Industrial waste		
مخلفات صلبة Solid waste	مخلفات خطرة Hazardous waste		

جدول ٢ : المخرجات خلال مرحلتى الإنشاء والتشغيل

Outputs during construction and operation

٨ ـ معلومات أخرى : أى معلومات ذات أهميـة خاصـة بأمـان العـامـلين والبيئة (مثل عوامل الأمان وتسهيلات مكافحة الحريق .. إلخ) .

Other inform ation deemed important particulary with regard to safeguarding personnel and environment e.g. safety and fire fighting facilities .

____

____

____

____

____

____

٢ ـ اذكر المشروعات أو المناطق التى تعتبر حساسة والتى تقع بالقرب من منطقة المشروع (مثل المستشفيات ، المدارس والمناطق السكنية ... إلخ) ؟

Clarify whether projects or sites that are considered sensitive exist nearby the project sites (as hospitals, schools, residential areas ... etc)

٣ ـ نوعية المياه Water Quality

هل سيؤثر هذا النشاط بشكل ملحوظ على المياه من حيث الوفرة . الاستخدام ، خصائص المياه ، الصرف ، درجة الحرارة ونوعية المياه ؟

(Will the activity cause a significant change on the water availability , use, hydrology, drainage, temperature or quality ?)

- هل توجد احتمالات لوجود أخطار (وضح نوعها وكميتها وتأثيرها)

(Are there existing hazard probabilities - explain the type, quantity and impact)

____

____

____

____

____

____

- هل سيؤثر النشاط على استخدام المياه السطحية ؟

(Will the activity affect surface water use ?)

- الثروة السمكية : ______________________________

(Fisheries) ______________________________

- السياحة والترفيه : ______________________________

(Tourism and recreation) ______________________________

- أنشطة أخرى : ______________________________

(Other activities) ______________________________

٤ - نوعية التربة Soil Quality

هل سيكون لهذا النشاط تأثير واضح على الأرض من حيث الاستخدام ، التنسيق العام ، الغطاء النباتى ، خصوبة التربة ، التنوع البيولوچى أو نوعية الأرض ؟

(Would the activity provoke a significant change on landuse, landscape, fertility, vegetation cover , biodiversity or quality ?)

____

____

____

____

____

____

- برجـاء تحـديد مـدى تأثير التغـيرات في نوعية التربة على الأنشـطة المختلفة
Please identify the impact of changes of soil quality on different activities

٥ - برجاء توضيح أي تأثيـرات أخرى محتملة أو هـامة ناتجة عن هذا النشاط
Please explain if there are any other potential or signififcant impacts resulting from this activity)

د - إجراءات التخفيف من الآثار السلبية (Mitigating measures)

١ - ملوثات الهواء (Air emissions)

٢ ـ مياه الصرف (Waste water)

٣ ـ المخلفات الصلبة والخطرة (Solid and hazardous waste)

٤ ـ إجراءات تخفيف أخرى (Other mitigating measures)

هـ ـ مشاركة الهيئات الرسمية والشعبية

(Inter - institutional and public involvment)

هل هناك اتصال بأى هيئة شعبية أو غيرها بخصوص المشروع

(Is there re any contact with public authorities or others concerning the project)

و ـ إقرار Certification

أقر أنا الموقع أدناه بأن البيانات المدونة عالية صحيحة ـ ودقيقة طبقاً للمعلومات المتوفرة لدى ، وأنه فى حالة أى تعديل لاحق سيتم إخطار جهاز شئون البيئة فى حينه ،

وهذا إقرار منى بذلك ...

I hereby certify that the information given is accurate and true to the best of my knowledge, and in case of any consequent changes , prompt notification will be made to EEAA.

المقر ____________________

(Certified by)

رقم البطاقة / جواز السفر : ____________________

(I. D. No./pasport No.)

صفته : ____________________

(reference)

التاريخ : ____________________

(Date)

(مادة 42)

يجب أن تراعى الجهات المختصة حسب طبيعة نشاطها عند حرق أى نوع من أنواع الوقود أو غيرها سواء كان فى أغراض الصناعة أو توليد الطاقة أو الإنشاءات أو غرض تجارى آخر أن يكون الدخان والغازات والأبخرة الضارة الناتجة فى الحدود المسموح بها، وعلى المسئول عن هذا النشاط اتخاذ جميع الاحتياطات لتقليل كمية الملوثات فى نواتج الاحتراق المشار إليها وذلك وفق ما هو مبين فيما يلى :

الاحتياطات والحدود المسموح بها ومواصفات المداخن عند حرق أى نوع من أنواع الوقود:

(أ) الاحتياطات اللازم اتخاذها لتقليل كمية الملوثات فى نواتج الاحتراق لمنع أو الإقلال من انبعاث الملوثات من مصادر حرق الوقود فإنه يجب أن يتم اختيار الوقود المناسب ومراعاة التصميم السليم للمواقد وبيت النار والمداخن واستخدام وسائل التحكم ذات الكفاءة العالية طبقا للمعايير الآتية :

(1) يحظر الحرق المكشوف الذى لا يتوافر فيه التصميمات السليمة لضمان الاحتراق الكامل وتصريف العوادم من خلال مداخن طبقا للمواصفات الهندسية المناسبة.

(2) أن يتم تصميم الموقد وبيت النار بحيث يحدث مزج كامل لكمية الهواء الكافية للحرق الكامل وتوزيع درجة الحرارة وإعطاء الزمن الكافى والتقليب الذى يضمن الحرق الكامل ضمانا للإقلال من انبعاث نواتج الحرق غير الكامل وبحيث لا يزيد ما ينبعث من الملوثات عن الحدود القصوى المسموح بها للانبعاث وفقا لما هو مبين بالملحق رقم (6) لهذه اللائحة.

(3) يحظر استخدام الفحم الحجرى بالمناطق الحضرية وبالقرب من المناطق السكنية.

(4) يحظر استخدام المازوت والمنتجات البترولية الثقيلة الأخرى والبترول الخام بالمناطق السكنية.

(5) ألا تزيد نسبة الكبريت بالوقود المستعمل بالمناطق الحضرية وبالقرب من المناطق السكنية عن 1.5 ٪.

(6) أن يتم انبعاث الغازات المحتوية على ثانى أكسيد الكبريت عن طريق مداخن مرتفعة بالقدر الكافى بحيث يتم تخفيفها قبل وصولها إلى سطح الأرض. أو استخدام الوقود المحتوى على نسب مرتفعة من الكبريت بمحطات القوى والصناعة وغيرها بالمناطق البعيدة عن العمران مع مراعاة العوامل الجوية والمسافات الكافية لعدم وصولها للمناطق السكنية والزراعية والمجارى المائية.

(ب) ارتفاعات المداخن

(1) المداخن التي يصدر عنها انبعاث إجمالى للعادم ما بين 7000   15000 كجم بالساعة يتراوح ارتفاعها ما بين 18 - 36 مترا.

(2) المداخن التي يصدر عنها انبعاث إجمالى أكثر من 15000 كجم / ساعة يجب أن يكون ارتفاع المدخنة أكثر من مرتين ونصف على الأقل من ارتفاع المبانى المحيطة بما فيها المبنى الذى تخدمه المدخنة.

(3) المداخن التي تخدم الأماكن العامة كالمكاتب والمطاعم والفنادق والأغراض التجارية الأخرى وغيرها يجب ألا يقل ارتفاعها عن 3 متر عن حافة المبنى (أعلى المبنى) مع العمل على ارتفاع سرعة تسريب الغاز من المدخنة.

(جـ) الحدود القصوى للانبعاث من مصادر حرق الوقود :

الملوث	الحد الأقصى المسموح به
الدخان	- 1 (باستعمال كارت رنجلمان)
الرماد المتطاير	- 1 رنجلمان ـ مصادر متواجدة بالمناطق الحضرية أو بالقرب من المناطق السكنية.
	- 2 رنجلمان ـ مصادر بعيدة عن العمران.
	- 2 رنجلمان ـ حرق النفايات
ثانى أكسيد الكبريت	قائم 4000 مجم / م^3
	جديد 2500 مجم / م^3
الداهيدات	حرق نفايات 20 مجم / م^3
أول أكسيد الكربون	قائم 4000 مجم / م^3
	جديد 2500 مجم / م^3

* (1) رنجلمان = 250 مجم / م ^{3}

* (2) رنجلمان = 500 مجم / م^3

وعلى الجهة الإدارية المختصة مراعاة الالتزام بأحكام هذه المادة

ملحق رقم (1)

المعايير والمواصفات لبعض المواد عند تصريفها فى البيئة البحرية

مع مراعاة الأحكام المنصوص عليها فى القانون رقم 48 لسنة 1982 بشأن حماية نهر النيل ولائحته التنفيذية يشترط ألا تتجاوز مستويات الصرف للمواد المبينة بعد عن المستويات الموضحة قرين كل منها.

وفى جميع الأحوال لا يسمح بالصرف فى البيئة البحرية إلا على مسافة لا تقل عن 500 مترا من خط الشاطئ، كما لا يسمح بالصرف فى مناطق صيد الأسماك أو مناطق الاستحمام أو المحميات الطبيعية بما يحافظ على القيمة الاقتصادية أو الجمالية للمنطقة.

البيـان	الحد الأقصى للمعايير والمواصفات (ميللجرام/ لتر- مالم يذكر غير ذلك)
درجة الحرارة	لا تزيد عن عشر درجات فوق المعدل السائد
الأس الأيدروچينى	9 - 6
اللون	خالية من المواد الملونة
الاكسچين الحيوى الممتص	60
الاكسچين المستهلك كيماويا (دايكرومات)	100
مجموع المواد الصلبة الذائبة	2000
رماد المواد الصلبة الذائبة	1800
المواد العالقة	60
العكارة	NTU 50
الكبريتيدات	1
الزيوت والشحوم	15
الهيدروكربونات من أصل بترولى	0.5

البيــان	الحد الأقصى للمعايير والمواصفات (ميللجرام/ لتر - مالم يذكر غير ذلك)
الفوسفات	5
النيترات	40
الفينولات	1
الفلوريدات	1
الألومنيوم	3
الأمونيا (نيتروچين)	3
الزئبق	0.005
الرصاص	0.5
الكادميوم	0.05
الزرنيخ	0.05
الكروم	1
النحاس	1.5
النيكل	0.1
الحديد	1.5
المنجنيز	1
الزنك	5
الفضة	0.1
الباريوم	2
الكوبالت	2
المبيدات بأنواعها	0.2
السيانيد	0.1
العد الاحتمالى للمجموعة القولونية فى 100 سم^3	5000

ملحق رقم (5)

الحدود القصوى لملوثات الهواء الخارجي (ميكروجرام في المتر المكعب)

	الحد الأقصى	مدة التعرض
ثانى أكسيد الكبريت	350	ساعة
	150	24 ساعة
	60	سنة
أول أكسيد الكربون	30 مليجرام / متر ^{3}	ساعة
	10 مليجرام / متر ^{3}	8 ساعات
ثانى أكسيد النتروچين	400	ساعة
	150	24 ساعة
الأوزون	200	ساعة
	120	8 ساعات
الجسيمات العالقة مقاسة كدخان أسود	150 60	24 ساعة سنة
الجسيمات العالقة الكلية	230 90	24 ساعة سنة
الجسيمات الصدية (PM10)	70	24 ساعة
الرصاص	1	سنة

ملحق رقم (6)

الحدود المسموح بها لملوثات الهواء فى الانبعاثات

ملوثات الهواء المعنية بهذه المادة هى الشوائب الغازية أو الصلبة أو السائلة أو في الحالة البخارية والتى تنبعث من المنشآت المختلفة لفترات زمنية مما قد ينشأ عنها أضرار بالصحة العامة أو الحيوان أو النبات أو المواد أو الممتلكات أو تتدخل فى ممارسة الإنسان لحياته اليومية وبالتالى تعتبر تلوثا للهواء إذا نشأ عن انبعاث هذه الملوثات تواجد تركيزات لها يزيد عن الحد الأقصى المسموح به فى الهواء الخارجي.

جدول (1) الجسيمات الكلية

نوع النشاط	الحد الأقصى للانبعاث مجم / م ^{3} من العادم
1 – صناعة الكربون	50
2 – صناعة الكوك	50
3 – صناعة الفوسفات	50
4 – صناعة سبك واستخلاص رصاص، وزنك، ونحاس وغيرها من الصناعات المعدنية غير الحديدية	100
5- صناعات حديدية	قائمة 200
	جديدة 100
6- صناعة أسمنت	قائمة 500
	جديدة 200
7 – أخشاب صناعية وألياف	150
8 – صناعات بترولية وتكرير بترول	100
9 – مصادر أخرى	200

جدول (2) الحدود القصوى لانبعاث الغازات والابخرة من المنشآت الصناعية

الملوث	الحد الأقصى للانبعاث مجم/ م3 من العادم
* الدهيدات (تقاس كفور مالدهيد)	20
* انتيمون	20
* أول أكسيد الكربون	قائم 500
	جديد 250
* ثاني أكسيد الكبريت	
حريق بترول وفحم	جديد 2500
	قائم 4000
صناعات غير حديدية	3000
صناعة حامض كبريتيك ومصادر أخرى	1500
* ثالث أكسيد كبريت بالإضافة إلى حامض الكبريتيك	150
* حامض النيتريك	
صناعة حامض نيتيريك	2000
* حامض هيدروكلوريك (كلوريد هيدروچين)	100
* حامض هيدروفلوريك (فلوريد هيدروجين)	15
* رصاص	20
* زئبق	15
* زرنيخ	20
* عناصر ثقيلة (مجموع كلى)	25

الملوث	الحد الأقصى للانبعاث مجم/ م^3 من العادم
* فلوريد سليكون	10
* فلور	20
* قطران	
صناعة أقطاب جرافيت	50
* كادميوم	10
* كبريتيد هيدروجين	10
* كلور	20
* كربون	
حرق قمامة	50
صناعة أقطاب	250
* مركبات عضوية	
حرق سائل عضوى	50 % 0.04 من الخام (تكرير بترول)
* نحاس	20
* نيكل	20
أكاسيد نيتروجين	
صناعة حامض نيتريك	قائم 3000 جديد 400
مصادر أخرى	300

ملحق رقم (7)

الحدود المسموح بها لشدة الصوت ومدة التعرض الآمن له

جدول (1)

* شدة الصوت داخل أماكن العمل وداخل الأماكن المغلقة :

الحد المسموح به لمنسوب شدة الضوضاء داخل أماكن الأنشطة الإنتاجية :

تحديد نوع المكان والنشاط	الحد الأقصى المسموح به لشدة الضوضاء المكافئة ديسبل (أ)
1 – أماكن العمل ذات الوردية حتى 8 ساعات ويهدف الحد من مخاطر الضوضاء على حاسة السمع.	90
2 – أماكن العمل التى تستدعى سماع إشارات صوتية وحسن سماع الكلام.	80
3 – حجرات العمل لمتابعة وقياس وضبط التشغيل وبمتطلبات عالية.	65
4 – حجرات العمل لوحدات الحاسب الآلى أو الآلات الكاتبة أو ما شابه ذلك.	70
5 – حجرات العمل للأنشطة التى تتطلب تركيز ذهنى روتينى	60

أقصى مدة تعرض للضوضاء مسموح بها بأماكن العمل (مصانع وورش).

* القيمة المعطاة فيما بعد مبينة على أساس عدم التأثير على حاسة السمع.

- يجب ألا تزيد شدة الضوضاء المكافئة عن 90 ديسبل (أ) خلال وردية العمل اليومى 8 ساعات.
- فى حالة ارتفاع منسوب شدة الضوضاء المكافئة عن 90 ديسبل (أ) يجب تقليل مدة التعرض طبقا للجدول الآتى :

منسوب شدة الضوضاء ديسبل (1)	95	100	105	110	115
مدة التعرض (ساعة)	4	2	1	1/2	1/4

- يجب ألا يتجاوز منسوب شدة الضوضاء اللحظى خلال فترة العمل 135 ديسبل.
- فى حالة التعرض لمستويات مختلفة من شدة الضوضاء أكثر من 90 ديسبل.

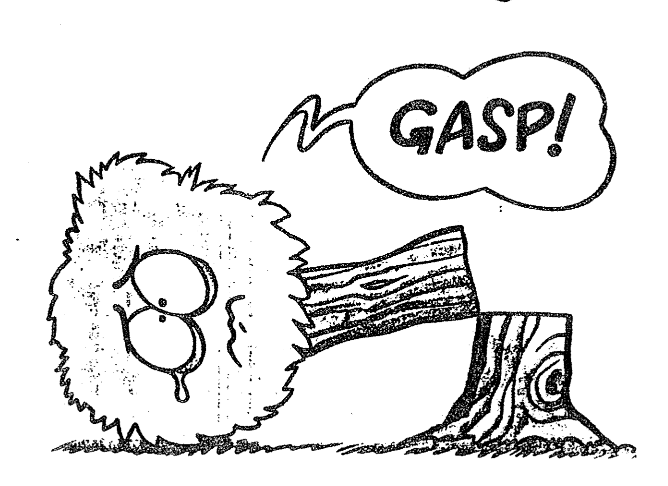
(1) لفترات متقطعة خلال وردية العمل، يجب ألا يزيد الناتج.

$$\left(\frac{أ\ 1}{ب\ 1} + \frac{أ\ 2}{ب\ 2} + \ldots\ldots\ldots \right)$$ عن الواحد الصحيح

حيث :

أ : مدة التعرض لمستوى معين من الضوضاء (ساعة).

ب : مدة التعرض المسموح بها عند نفس مستوى الضوضاء (ساعة).



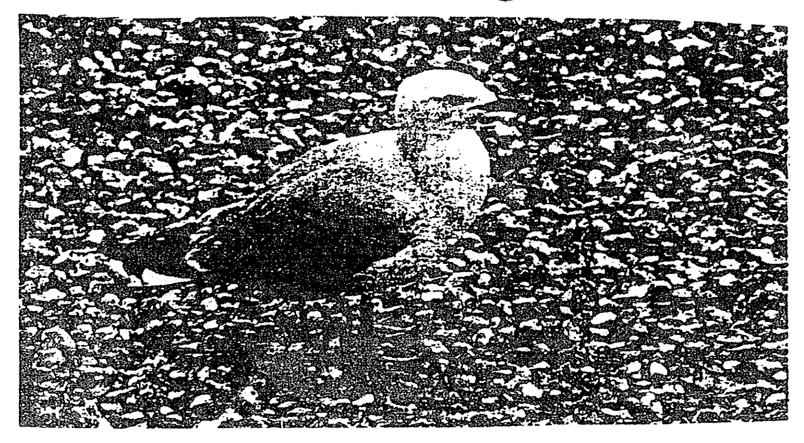
البيئة

(فى حالة التعرض للضوضاء المتقطعة الصادرة من المطارق الثقيلة).

تتوقف على مدة التعرض (عدد الطرقات خلال الوردية اليومية) حسب شدة الضوضاء طبقا للجدول التالى :

شدة الصوت (ديسبل)	عدد الطرقات المسموح بها خلال فترة العمل اليومى
135	300
130	100
125	3000
120	10000
115	30000

تعتبر الضوضاء الصادرة من المطارق الثقلية متقطعة إذا كانت الفترة بين كل طرقة والتى تليها 1 ثانية أو أكثر. أما إذا كانت الفترة أقل من ذلك فتعتبر ضوضاء مستمرة ويطبق عليها ما جاء فى البنود الأربعة السابقة.



البيئة

جدول (2)

الحد الأقصى المسموح به لشدة الضوضاء فى المناطق المختلفة

نوع المنطقة	الحد المسموح به لشدة الصوت ديسبل (أ)		
	نهارا من إلى	مساء من إلى	ليلا من إلى
المناطق التجارية والإدارية ووسط المدينة	65 - 55	60 - 50	55 - 45
المناطق السكنية وبها بعض الورش أو الأعمال التجارية أو على طريق عام	60 - 50	55 - 45	50 - 40
المناطق السكنية فى المدينة	55 - 45	50 - 40	45 - 35
الضواحى السكنية مع وجود حركة ضعيفة	50 - 40	45 - 35	40 - 30
المناطق السكنية الريفية مستشفيات وحدائق	45 - 35	40 - 30	35 - 25
المناطق الصناعية (صناعات ثقيلة)	70 - 60	65 - 55	60 - 50

نهارا من ٧ صباحا حتى ٦ مساء

مساءً من ٦ مساءً حتى ١٠ مساء

ليلا من ١٠ مساءً حتى ٧ صباحا

الملحق رقم *(8)*

الحدود القصوى لملوثات الهواء داخل أماكن العمل وفقا لنوعية كل صناعة

الحدود العتبية هى تركيزات المواد الكيميائية فى الهواء التى يمكن أن يتعرض لها العاملون يوما بعد يوم دون حدوث أضرار صحية وتنقسم إلى ثلاث أنواع:

1- الحدود العتبية - المتوسط الزمنى

وهى المتوسط الزمنى ليوم عمل عادى (*8* ساعات) والتى يمكن أن يتعرض لها العامل *5* أيام فى الأسبوع طوال فترة عمله دون حدوث أضرار صحية.

2 – الحدود العتبية - حدود التعرض لفترة قصيرة

وهى الحدود التى يمكن أن يتعرض لها العاملون باستمرار لفترة قصيرة.

والحدود العتبية لفترة قصيرة وهى حدود التعرض - متوسط زمن - لمدة *15* دقيقة والتى لا يجوز تجاوزها بأى حال خلال فترة العمل. ولا يجوز أن يتجاوز التعرض *15* دقيقة ولا أن يتكرر ذلك أكثر من *4* مرات فى اليوم الواحد ويجب أن تكون الفترة بين كل تعرض قصير والذى يليه *60* دقيقة على الأقل.

٣ – الحد السقفى ولا يجوز تجاوزه ولو للحظة وعندما يكون الامتصاص عن طريق الجلد عاملا فى زيادة التعرض توضع إشارة «+ جلد» أمام الحد العتبى، وبالنسبة للأتربة الكلية التى تسبب المضايقة فقط وليست لها آثار صحية ملموسة فان الحد العتبى هو *10* مجم / م *3* بالنسبة للجسيمات القابلة للاستنشاق.

وبالنسبة للغازات الخانقة البسيطة التى ليست لها اثار فسيولوجية تذكر يكون العامل المؤثر هو تركيز الاكسچين فى الجو والذى لا يجوز أن يقل عن *18%*

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمنى		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء فى المليون	مجم/م^3	جزء فى المليون	مجم/م^3	
اسيتالدهايد	100	180	150	270	
حامض الخليك	10	25	15	37	
اندريد الخليك	5	20			+ جلد
اسيتون	750	1780	1000	2375	
اسيتونيتريل	40	70	6	105	+ جلد
رباعى برومايد الأستلين	1	15	1.5	20	
حامض استيل سالسيك (اسبرين)		5			
اكرولين	0.1	0.25	0.3	0.8	
اكريل أمايد		0.3		0.6	+ جلد
حامض اكريليك	10	30			
اكريلونيتريل	2				+ جلد
الدرين		0.25		0.75	+ جلد
الكحول الاليلى	2	5	4	10	+ جلد
كلوريد الاليل	1	3	2	6	
الألمنيوم المعدنى والأكاسيد	10		20		
مساحيق البيرو	5				
أدخنة اللحام	5				
الأملاح القابلة للذوبان	2				
الألكيلات	2				

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمني		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء فى المليون	مجم/م^3	جزء فى المليون	مجم/م^3	
امنيوبيريدين	5.5	2	2	4	
أمونيا	25	18	35	27	
كلوريد النوشادر (أدخنة)		10		20	
ن – خلات الأميل	100	530	150	800	
ثانوى – خلات الأميل	125	670	150	800	
أنيلين ومثيلاته	2	10	5	20	+ جلد
الأنتيمون ومركباته (محسوبة كانتيمون)		0.5			
انتو ANTU		0.3		0.9	
الزرنيخ ومركباته القابلة للذوبان (محسوب كزرنيخ)		0.2			
غاز الأرسين	0.05	0.2			
أدخنة الأسفلت البترولى		5		10	
اترازين		5			
أزينفوس - مثيل		0.2		0.6	+ جلد
باريوم ومركباته القابلة للذوبان (محسوبة كباريوم)		0.5			
بنزين (بترول)	10	30	25	75	
كلوريد البنزيل	1	5			
البريليوم		0.002			

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمني		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء في المليون	مجم/م^3	جزء في المليون	مجم/م^3	
ثنائي الفنيل	0.2	1.5	0.6	4	
تليورايد البزموث		10		20	
رباعي بورات الصوديوم لامائي		1			
ديكاهيدرات		5			
خماسي الهيدرات		1			
أكسيد البورون		10		20	
ثالث بروميد البورون	1	10	3	30	
ثالث فلوريد البورون	1	3			+ حد سقفي
البروم	0.1	0.7	0.3	2	
خامس فلوريد البروم	0.1	0.7	0.3	2	
بروموفورم	0.5	5			
بيوتادين	1000	2200	1250	2750	
بيوتان	800	1100			
ن – خلات البيوتيل	150	710	200	150	
ثنائي خلات البيوتيل	200	950	250	1190	
ثلاثي خلات البيوتيل	200	950	250	1190	
بيوتيل أكريلات	10	55			
ن – كحول بيوتيلي	50	150			+ جلد
ثنائي كحول بيوتيلي	100	305	150	450	
ثلاثي كحول بيوتيلي	100	300	150	450	

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمني		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء في المليون	مجم/م^3	جزء في المليون	مجم/م^3	
بيوتيل أمين	5	15			+ جلد
رباعي بيوتيل كرومات (محسوبة كأكسيد الكروم CrO_3)		0.1			+ جلد حد سقفي
لبنات البيوتيل	5	25			
بيوتيل مركابتان	0.5	1.5			
أتربة وأملاح الكدميوم (محسوبة ككدميوم)	0.05		0.2		
أدخنة الكدميوم	0.05				+ حد سقفي
كربونات الكالسيوم				20	
أيدروكسيد الكالسيوم		5			
أكسيد الكاليسوم		2			
كرباريل		5		10	
كربوفيوران		0.1			
الكربون الأسود		3.5		7	
ثاني أكسيد الكربون	5000	9000	15000	27000	
ثاني كبريتور الكربون	10	30			+ جلد
أول اكسيد الكربون	50	55	400	440	
رابع كلوريد الكربون	5	30	20	125	
رابع بروميد الكربون	0.1	1.4	0.3	4	
كلوردان		0.5		2	+ جلد

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمني		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء في المليون	مجم/م3	جزء في المليون	مجم/م3	
الكامفين المكلور		0.5		1	+ جلد
أكسيد ثنائي الفنيل المكلور		0.5		2	
كلور	1	3	3	9	
ثنائي أكسيد الكلور	0.1	0.3	0.3	0.9	
كلورو استالدهيد	1	3			حد سقفي
كلوروبنزين	75	350			
كلور وداي فينيل (٤٢٪ كلور)		1		2	
كلور وداي فينيل (٤٥٪ كلور)		0.5		1	
كلورفورم	10	50	50	225	
ثنائي كلوروميثيل اثير	0.001	0.005			
كلوربكرين	10	45			
كلوربيرفوس		0.2		0.6	+ جلد
الكروم ومركباته (محسوبة على أساس الكروم)		0.5			
مركبات الكروم السداسية التكافؤ (محسوبة على أساس الكروم)		0.050			
منتجات قطران الفحم القابلة للتطاير والذوبان في البنزين		0.2			
الكوبالت وأتربته وأدخنته		0.1			
أدخنة النحاس		0.2			
النحاس أتربة ورذاذ (محسوبة كنحاس)		1		2	

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمنى		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء فى المليون	مجم/م3	جزء فى المليون	مجم/م3	
غبار القطن الخام		0.2		0.6	
الكريسولات	5	22			+ جلد
أملاح السيانيد (محسوبة كسيانيد)		5			+ جلد
سيانوجين	10	20			
كلوريد السيانوجين	0.3	0.6			حد سقف
سيكلو هكسان	300	1050	375	1300	
سيكلوبنتادين	75	200	150	400	
سيكلوبنتان	600	1720	900	2580	
د.د.ت		1		3	
ديكابورين	0.05	0.3	0.15	0.9	+ جلد
ديازينون		0.1		0.3	+ جلد
ثنائى أزوميثان	0.2	0.4			
داى بورين	0.1	0.1			
ثنائى كلوراستلين	0.1	0.4			حد سقفى
أورثو داى كلوربنزين	50	300			حد سقفى
بارادای كلور بنزين	75	450	110	675	
١، ٢ داى كلوروائيلين	200	790	250	1000	
داى كلور ايثيل ايثر	5	30	10	60	+ جلد
داى كلور فوس	0.1	1	0.3	3	+ جلد
داى كروتوفوس		0.25			+ جلد
ديلدرين		0.25		0.75	+ جلد
داى ايثانول امين	3	15			
داى ميثيل انيلين	5	25	10	50	+ جلد

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمنى		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء فى المليون	مجم/م3	جزء فى المليون	مجم/م3	
ثنائى نيتروبنزين	0.15	1	0.5	3	+ جلد
ثنائى نيتروارثوكريسول		0.2		0.6	+ جلد
ثنائى نيتروتلوين		1.5		5	+ جلد
ديوكسان	25	90	100	360	+ جلد
ثنائى بروبلين جلبكول (ميثيل ايتر)	100	600	150	900	+ جلد
داى كوات		0.5		1	
داى سلفيرام		2		5	
أندوسلفان		0.1		0.3	+ جلد
اندرين		0.1		0.3	+ جلد
ابيكلوروهيدرين	2	10	5	20	+ جلد
خلات الايثيل	400	1400			
ايثانول	1000	1900			
ايثانول أمين	3	8	6	15	
ايثل بنزين	100	435	125	545	
ايثل بيوتيل كبتون	50	230	75	345	
كلوريد الايثل	1000	2600	1250	3250	
ايثل داى امين	10	25			
أكسيد الايثلين	10	20			
ثنائى كلوريد الايثلين	10	40	15	60	
ايثلين جليكول جسيمات		10		20	
بخار	50	125			حد سقفى
ايثيل مركابتان	0.5	1	2	3	
أتربة الفاناديوم الحديدى		1		0.3	

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمنى		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء فى المليون	مجم/م3	جزء فى المليون	مجم/م3	
أتربة الألياف الزجاجية		10			
الفوريدات					
(محسوبة على أساس الفلور)		2.5			
الفلور		2	2	4	حد سقفى
فورمالدهيد	2	2			حد سقفى
حامض الفورميك	5	3			
جازولين	300	900	500	1500	
هيبتاكلور		0.5		2	+ جلد
هبتان	400	1600	500	2000	
هكسا كلور سيكلوبنتادين	0.01	0.1	0.03	0.3	
هكساكلورونفتالين		0.20		0.60	+ جلد
ن – الهكسان	50	180			
ايزومرات الهكسان	500	1800	1000	3600	
بروميد الايدروچين	3	10			
سيانيد الايدروچين	10	2.5			حد سقفى
فلوريد الايدروچين	3	14	6	5	
كبريتيد الايدروچين	10	1	15	21	
اليود	0.1	5			حد سقفى
أدخنة أكسيد الحديد	3	0.8		10	
خامس كربونيل الحديد	0.1	150	0.2	0.16	
كحول ايزوبيوتيل	50	980	75	225	
كحول ايزوبروبيل	400	0.15	500	1225	
أتربة وأدخنة الرصاص الغير عضوى (كرصاص)				0.45	

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمني		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء في المليون	مجم/م3	جزء في المليون	مجم/م3	
زرنيخات الرصاص		0.15		0.45	
كرومات الرصاص		0.05			
لندان		0.5		0.5	+ جلد
الغازات البترولية السائلة	100	1800	1250	2250	
أدخنة أكاسيد الماغنيسيوم		10			
مالاثيون		10			+ جلد
أتربة ومركبات المنجنيز (كمنجنيز)		5			حد سقفى
أدخنة المنجنيز		1		3	
رابع أكسيد المنجنيز		1			
الزئبق (كزئبق)					+ جلد
مركبات الالكيل		0.01		0.03	
أبخرة كل المركبات الأخرى عدا الالكيل		0.05			
مركبات الاريل والمركبات غير العضوية		0.1			
ميثوميل		2.5			+ جلد
ميثوكس كلور		10			
الكحول الميثيلي	200	260	250	310	+ جلد
بروميد الميثيل	5	20	15	60	
ميثيلين - بيوتيل كيتون	5	20			
ميثيل كلورايد	50	105	100	205	
ميثيل كلورفورم	350	1900	450	2450	
ميثيلين ثنائى فنيل					
إيزوسيانيت MDI	0.02	0.2			حد سقفى

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمنى		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء فى المليون	مجم/م^3	جزء فى المليون	مجم/م^3	
كلوريد الميثيلين	100	360	500	1700	
ميثيل ايثل كيتون	200	590	300	885	
ميثيل هيدرازين	0.2	0.35			+ جلد
ميثيل ايزوسيانيت	0.02	0.05			+ جلد
ميثيل مركبتان	0.5	1			
ميثيل براثيون		0.2		0.6	+ جلد
مفينفوس	0.01	0.1	0.03	0.3	+ جلد
مونو كروتوفوس					
نفثالين	10	50	15	75	
كربونيل النيكل (كالنيكل)	0.05	0.35			
النيكل					
المعدن		1			
المركبات القابلة للذوبان (كنيكل)		0.1		0.3	
نيكوتين		0.5		1.5	+ جلد
حمض النيتريك	2	5	4	10	
أكسيد النيتريك	25	30	35	45	
ب. نيترو انيلين		3			+ جلد
نيتروبنزين	1	5	2	10	+ جلد
نيتروكلوروبنزين		1		2	+ جلد
ثانى أكسيد النيتروچين	3	6	5	10	
ثالث فلوريد النيتروچين	10	30	15	45	
نيتروجلسرين	0.02	0.2	0.05	0.5	+ جلد
نيتروتلوين	2	11			+ جلد
أوكتاكلورونفثالين		0.1		0.3	+ جلد

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمنى		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء فى المليون	مجم/م3	جزء فى المليون	مجم/م3	
الزيوت المعدنية		5		10	
رابع أكسيد الأوزميوم (كاوزميم)	0.0002	0.002	0.0006	0.006	
حامض الاكساليك		1		2	
ثانى فلوريد الأكسچين	0.05	0.1	0.15	0.3	
أوزون	0.1	0.2	0.3	0.6	
أدخنة شمع البرافين		2		6	
براكوات (حجم الجسيمات القابل للاستنشاق)		0.1			
باراثيون		0.1		0.3	+ جلد
خماسى كلور النفثالين		0.5		2	
خماسى كلور الفينول		0.5		1.5	+ جلد
ثنائى كلور الاثيلين	50	325			
فينول	5	19	10	38	+ جلد
فينو ثيازين		5		10	+ جلد
بار افنيلين دايامين		0.1			+ جلد
فنيل هيدرازين	5	20	1	45	+ جلد
فنيل مركبتان	0.5	2			
فوسجين	0.1	0.4			
فوسفين	0.3	0.4	1	1	
حامض فوسفوريك		1		3	
الفسفور الأصفر		0.1		0.3	
حامض البكريك		0.1		0.3	+ جلد
معدن البلاتين		1			

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمنى		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء فى المليون	مجم/م3	جزء فى المليون	مجم/م3	
أملاح البلاتين القابلة للذوبان (كبلاتين)		0.002			
أيدروكسيد البوتاسيوم		2			حد سقفى
حامض البروبيونيك	10	30	15	45	
الكحول البروبيلى	200	500	250	625	+ جلد
بيريثيرم		5		10	
بيريدين	5	15	10	30	
روتينون		5		10	
أملاح السلنيوم (كسلنيوم)		0.2			
هكسافلوريد السلنيوم	0.05	0.2			
سليكون				20	
كربيد السليكون				20	
معدن الفضة		0.1			
أملاح الفضة القابلة للذوبان		0.01			
ازيد الصوديوم	0.1	0.3			حد سقفى
صوديوم ثنائي سلفيت		5			
فلوروسيليكات الصوديوم		0.05		0.15	+ جلد
أيدروكسيد الصوديوم		2			حد سقفى
ميتابايسلفيت الصوديوم		5			
استبين	0.1	0.5	0.3	1.5	
الأنزيمات المحللة للبروتين (100% انزيم نقى مبلور)		0.00006			حد سقفى

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمنى		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء فى المليون	مجم/م3	جزء فى المليون	مجم/م3	
ثاني أكسيد الكبريت	2	5	5	10	
حامض الكبريتيك		1			
سداسي فلوريد الكبريت	1000	6000	1250	7500	
أحادى كلوريد الكبريت	1	6	3	18	
خماسي فلوريد الكبريت	0.025	0.25	0.075	0.75	
T – ٥،٤،٢		10		20	
TEPP	0.004	0.05	0.01	0.2	+ جلد
١،١،٢،٢ رابع كلوروايثان	5	35	10	70	+ جلد
رابع ايثيل الرصاص (كرصاص)		0.1		0.3	+ جلد
تتريل		1.5		3	+ جلد
أملاح الثاليوم القابلة للذوبان (كثاليوم)		0.1			+ جلد
ثيرام		5		10	
القصدير ومركباته غير العضوية (عدا رابع أكسيد القصدير) (محسوبة كقصدير)		2		4	
مركبات القصدير العضوية (كقصدير)		0.1		0.2	+ جلد
ثانى أكسيد التيتانيوم				20	
تولوين	100	375	150	560	+ جلد
ثنائى ايزوسيانيت التلوين	0.02	0.14			حد سقفى

المادة	الحدود العتبية				
	المتوسط الزمنى		حدود التعرض لمدة قصيرة		ملاحظات
	جزء فى المليون	مجم/م^3	جزء فى المليون	مجم/م^3	
أورثوتولويدين	2	9			+ جلد
ثلاثى كلور حامض الخليك	1	5			
١.٢.٤ ثلاثى كلور بنزين	5	40			
ثلاثى كلور اثيلين	50	270	150	805	
ثلاثى كلور نفثالين		5		10	
٢.٤.٦ ثلاثى نتروتلوين		0.5		3	+ جلد
ثلاثى ميثيل بنزين	25	125	35	170	
ثلاثى اورثوكريسيل فوسفات		0.1		0.3	
اليورانيوم الطبيعى ومركباته القابلة وغير القابلة للذوبان محسوبة كيورانيوم		0.2		0.6	
أتربة وأدخنة الفانديوم القابلة للاستنشاق محسوبة كخماسى أكسيد الفانديوم		0.5			
كلوريد الفينيل	5	10			
وارفارين		0.1		0.3	
أدخنة اللحام		5			
أتربة الاخشاب الصلبة		1			
أتربة الأخشاب اللينة		5		10	
زيلين	100	435	150	655	+ جلد
أدخنة كلوريد الزنك		1		2	
أدخنة أكسيد الزنك		5		10	
مركبات الزركونيوم محسوبة كزركونيوم		5		10	

الحدود العتبية للتعرض للاتربة المعدنية

1- السليكا. ثانى أكسيد السليكون :

(أ) المبلورة :

الكوارتز : الحد العتبى (مليون جسيم فى القدم المكعب)

$$= \frac{300}{\text{النسبة المئوية لتركيز الكوارتز فى الأتربة} + 10}$$

الحد العتبى للأتربة القابلة للاستنشاق (أقل من 5 ميكرون) (مجم / متر ^{3})

$$= \frac{\text{10 مجم/ م}^3}{\text{النسبة المئوية لتركيز الكوارتز فى الأتربة} + 2}$$

الحد العتبى للأتربة الكلية (مجم / متر ^{3})

$$= \frac{\text{30 مجم/ م}^3}{\text{النسبة المئوية لتركيز الكوارتز فى الأتربة} + 3}$$

الكرستوباليت والتريديميت : تستعمل نصف القيمة المحسوبة للكوارتز.

(ب) السليكا غير المبلورة

الحد العتبى 20 مليون جسيم فى القدم المكعب.

2 - الاسبتس

أتربة الاسبستس التى يزيد طول أليافها عن 5 ميكرون :

الأموسيت	0.5 من الألياف لكل سم ^{3} هواء
الكروسيدوليت	0.2 من الألياف لكل سم ^{3} هواء
الأنواع الأخرى	2 من الألياف لكل سم ^{3} هواء

3 - التلك

النوع الليفى	2 من الألياف لكل سم ^{3} هواء
النوع غير الليفى	20 مليون جسيم للقدم المكعب من الهواء

4 - الميكا 20 مليون جسيم للقدم المكعب من الهواء

5 - الجرافيت الطبيعى 15 مليون جسيم للقدم المكعب من الهواء

6 - الفحم

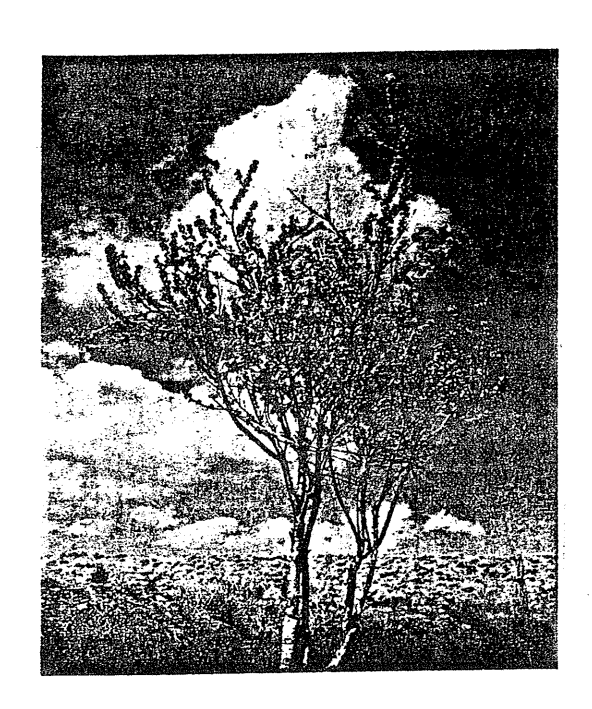
الأترية القابلة للاستنشاق

(بشرط أن تقل نسبة السليكا عن 5%) = 20 مليون جسيم فى القدم المكعب من الهواء(*)

إذا زادت نسبة السليكا عن 5% = $\frac{\text{10 مجم/ م}^3}{\text{نسبة السليكا فى الأترية القابلة للاستنشاق + 2}}$

= جسيم فى السنتيمتر المكعب





(*) مليون جسيم فى القدم المكعب × 35.5 = مليون جسيم فى المتر المكعب
= جسيم فى السنتيمتر المكعب.

الحدود العتبية للأتربة التى تسبب المضايقة فقط

(أقل من 1% كوارتز) الحد العتبى للأتربة الكلية = 30 مليون جسيم فى القدم المكعب
= 10 ملليجرامات فى المتر المكعب.

الحد العتبى للأتربة القابلة للاستنشاق = 5 ملليجرام فى المتر المكعب

إذا زادت نسبة الكوارتز عن 1% يستعمل الحد العتبى للكوارتز.

أمثلة

من الأتربة التى تسبب المضايقة فقط :

- الومينا
- كربونات الكالسيوم
  الرخام
  الحجر الجيرى
- سليكات الكالسيوم
- الأسمنت البورتلاندى
- الجرافيت الصناعى
- الجبس ـ كبريتات الكالسيوم
- كبريتات الماغنيسيوم
- الكاولين
- ألياف الصوف المعدنى
- أكسيد الزنك
- ألياف السليولوز
- رذاذ الزيوت النباتية ـ ماعدا المهيجة.

الحد العتبى لغبار القطن (الخام)

الحد العتبى – متوسط زمنى = 0.2 مجم / م ^{3}

الحد العتبى – للتعرض القصير = 0.6 مجم / م ^{3}

الحدود العتبية للمواد المسرطنة
والتى يشتبه فى أنها مسرطنة

المـادة	الحد العتبى	ملاحظات
اكريلونيتريل	2 جزء فى المليون	+ جلد
الاسبتس	انظر الأتربة المعدنية	
بيوكلورميثيل ايثر	0.001 جزء فى المليون	
الكرومات (تنقية خام الكرومايت)	0.05 مجم / م3 (ككروم)	
الكروم سداسى التكافؤ - بعض المركبات غير القابلة للذوبان فى الماء	0.05 مجم / م3 (ككروم)	
المواد القابلة للتطاير فى قطران الفحم	0.2 مجم/ م3 كمواد قابلة للذوبان فى البنزين	
أتربة وأدخنة النيكل		
(تحميص كربيتيد النيكل)	0.1 مجم/ م3 (كنيكل)	
كلوريد الفنينيل	5 جزء فى المليون	
بنزين	10 جزء فى المليون	
البريليوم	2 ميكروجرام/ م3	
رابع كلوريد الكربون	5 جزء فى المليون	+ جلد
كلورفورم	10 جزء فى المليون	
هيدرازين	0.1 جزء فى المليون	+ جلد
فينيل هيدازين	5 جزء فى المليون	+ جلد

المـادة	الحد العتبى	ملاحظات
1.1 ثنائى ميثيل الهيدرازين	0.5 جزء فى المليون	+ جلد
ميثيل هيدرازين	0.2 جزء فى المليون	+ جلد - حد سقفى
كبريتات ثنائى الميثيل	0.1 جزء فى المليون	+ جلد
أكسيد الاثيلين	1 جزء فى المليون	
فور مالدهايد	1 جزء فى المليون	حد سقفى
هكسا كلوروبيوتادين	0.02 جزء فى المليون	
يوديد الميثيل	2 جزء فى المليون	+ جلد
2- نيتروبروبان	10 جزء فى المليون	
بيتابروبيو لاكتون	0.5 جزء فى المليون	
بروبيلين أمين	2 جزء فى المليون	+ جلد
أورثوتوليدين	2 جزء فى المليون	+ جلد
بروميد الفينيل	5 جزء فى المليون	
ثانى أكسيد فينيل سيكلوهكسين	10 جزء فى المليون	

مواد ذات تأثير سرطانى وليس لها حدود عتبية معروفة ولا يسمح للعاملين بملامستها أو التعرض لها بأى طريقة

4 - أمينو ثنائى الفنيل (بارازنيل أمين)

بنزيدين

كلور ميثيل ايثر

بيتانافثيل أمين

5 - نيترو ثنائى الفينيل

مواد أو عمليات صناعية يشتبه فى أنها مسرطنة

أميترول

إنتاج ثالث أكسيد الانتيمون

إنتاج ثالث أكسيد الزرنيخ

بنزو (أ) بيرين

إنتاج أكسيد الكدميوم

3.3 – ثنائى كلوروبنزيدين

ثنائى بروميد للإيثلين

هكسا ميثيل فوسفور أميد

ن. نيتروزو ثنائى ميثيل أمين

ن. فينيل بيتانافثيل أمين

التهوية فى أماكن العمل

تهدف إلى الاحتفاظ بتركيز الملوثات تحت الحدود القصوى المسموح بها ويكون توفير التهوية الكافية داخل أماكن العمل بإحدى طريقتين :

1 – التهوية العامة.

2 – التهوية الموضعية.

1 - التهوية العامة

وهى طريقة ملائمة لمعالجة أبخرة المذيبات ذات السمية المنخفضة. وهى لا تلائم المواد ذات السمية العالية ولا تلك الملوثات التى تنبعث بطريقة غير منتظمة أو بكميات كبيرة وهى بصفة عامة غير ملائمة للتعامل مع الأتربة والأدخنة.

ويراعى حساب نظام التهوية العامة بعد معرفة كمية المادة المتبخرة ويتم حساب كمية الهواء المطلوب تحريكه. بحيث تكفى لإحداث تغيير لهواء المكان، يكفى للاحتفاظ بتركيز المادة الملوثة تحت الحدود القصوى المسموح بها.

كما يجب أن تراعى النواحى الفنية الهندسية فى إنشاء نظام التهوية، وأن يقوم بالإشراف على تنفيذ ذلك مهندس متخصص مع الاستعانة بالتوصيات الواردة فى مرجع :

Americam conference of Governmental Industrial Hygienists, Committee on Ventilation. Industrial Ventilation. A Manual of Recommended Practice, 13th ed.. ACGIH, Lansing, MI, 1974.

2 - التهوية الموضعية

وهى أكثر فاعلية فى التحكم فى أنواع الملوثات المختلفة وتتكون من برقع *Hood* ومجموعة من الأنابيب وجهاز لتنقية الهواء قبل التخلص منه إلى الخارج ومروحة لتحريك الهواء.

ومهما كان تصميم البرقع، فيجب أن يراعى أن تكون سرعة الهواء عند مكان انبعاث الملوثات كافية للتحكم فيها وإزالتها قبل انتشارها فى جو المعمل.

تراعى النواحى الفنية والهندسية فى تصميم نظام التهوية الموضعية، ويجب أن يقوم بالإشراف على التنفيذ مهندس متخصص مع الاستعانة بالمرجع المذكور فى التهوية العامة.

ويراعى عند استعمال نظم التهوية العامة والتهوية الموضعية، أن يشرف على صيانتها بصفة دورية مهندس متخصص، وأن تجرى قياسات كفاءة النظام عند القيام بالصيانة الدورية.



ملحق (9)

الحد الأقصى والحد الأدنى لكل من درجتى الحرارة والرطوبة ومدة التعرض لهما ووسائل الوقاية منهما

1 - خلال ساعتى العمل فى اليوم الواحد بالكامل يجب أن لا يتعرض العامل لظروف وطأة حرارية مرتفعة، طبقا لما هو موضح بالجدول والمقاسة بالترمومتر الأسود المبلل.

نوعية العمل	سرعة هواء منخفضة	سرعة هواء مرتفعة
عمل خفيف	30 م	32.2 م
عمل متوسط	27.8 م	30.5 م
عمل شاق	26.1 م	28.9 م

2 - لا يسمح بتشغيل عامل بدون رقابة وقائية عند التعرض لمستويات وطأة حرارية مرتفعة.

3 - إذا تعرض أى عامل لظروف عمل لمدة ساعة مستمرة أو متقطعة خلال ساعتى عمل عند وطأة حرارية تزيد عن 26.1 م. للرجال و 24.5 م. للنساء فيجب الرجوع إلى أى واحدة أو أكثر من هذه الطرق لضمان عدم ارتفاع درجة حرارة العامل الداخلية عن 38 م.

(أ) أقلمة العامل على درجة الحرارة لمدة ستة أيام، بحيث يتعرض العامل إلى 50% من مدة التعرض اليومية فى اليوم الأول من العمل ثم تزيد مدة التعرض بنسبة 10% يوميا ليصل إلى 100% فى اليوم السادس.

(ب) العامل الذى يتغيب لمدة 9 أيام أو أكثر بعد أقلمته على الحرارة أو يمرض لمدة 4 أيام متتالية لابد أن تعاد أقلمته على فترة 4 أيام، بحيث يتعرض إلى الحمل الحرارى لمدة تكون 50% من إجمالى مدة التعرض اليومية ثم تزيد بنسبة 20% يومياً لتصل إلى 100% من التعرض فى اليوم الرابع.

4 - تنظيم أوقات العمل والراحة ليقل الحمل الفسيولوجى على العامل وليحصل على الراحة الكافية بين أوقات العمل.

5 - توزيع إجمالى فترة العمل بالتساوى فى اليوم الواحد.

6 - جدولة الأعمال الحارة فى أقل فترات اليوم حرارة.

7- فترات راحة قصيرة على الأقل مرة واحدة كل ساعة للتزود بالماء والأملاح، بحيث يتم توفير 2 لتر من مياه الشرب على الأقل مذاباً بها 0.1% أملاح للعامل الواحد (مع عدم إعطاء أقراص ملح). لابد من تواجد الماء بقرب العامل على مسافة لا تزيد عن 60 مترا.

8 – توفير واستخدام الملابس والأجهزة الوقائية الملائمة.

9 – أخذ جميع الاحتياطات والتصميمات الهندسية والتحكم والتنفيذ الهندسي الذى يسمح بتخفيض درجة حرارة الجو.

طبيا

- فحص العاملين تحت حمل حرارى للتأكد من قدرتهم على تحمل الجو، مع ملاحظة فحص الجهاز الدورى والتنفسي والبولى والكبدى والغدد الصماء والجلد بدقة وكذلك التاريخ الطبى خصوصاً ما له علاقة بالأمراض المرتبطة بالحرارة.
- الفحص الدورى كل عامين تحت سن 46 سنة للمتعرضين لدرجات حرارة عالية وكل عام للعاملين الأكبر سنا.
- وجود شخص مدرب لملاحظة ومواجهة الحالات والأمراض الناتجة عن الحرارة أثناء العمل مع وجود الاستعدادات الأولية اللازمة.

التدريب

لابد من تعريف العمال المتعرضين لدرجات حرارة عالية بالأشياء الآتية :

1 – أهمية التزود بالماء أثناء العمل.

2 – أهمية التزود بالأملاح.

3 – أهمية وزن الجسم يوميا قبل بدء العمل وعقب الانتهاء منه.

4 – معرفة أعراض أهم الأمراض المرتبطة بالتعرض للحرارة. على سبيل المثال : الجفاف والأغماء والإرهاق والتقلصات الناتجة عن الحرارة.

5 – معرفة خطورة أية مواد سامة أو حمل طبيعى آخر يتعرض له العامل.

6 – معرفة أهمية التأقلم الحرارى (مع تسجيل المعلومات الخاصة بكل عامل فى ملف خاص يسهل على العامل الحصول عليه).

المراقبة

1 - وضع ترمومتر مبلل (الترمومتر الزئبقى العادى مع تغطية خزان الزئبق بقطعة شاش مبللة) فى أماكن العمل الحارة.

2 - استخدام الترمومتر الأسود ترمومتر جلوب (ترمومتر زئبقى مع وضع خزان الزئبق فى غلاف معدنى أسود) إلى جانب الترمومتر المبلل.

3 - الانتظار لمدة نصف ساعة ثم الحصول على قراءات كل تومومتر.

4 - تحديد درجة الحرارة المبللة السوداء.

من المعادلة

درجة حرارة الترمومتر المبلل الأسود = 0.7 × قراءة الترمومتر المبلل + 0.3 × قراءة ترمومتر جلوب.

كما يمكن استخدام الجدول الآتى للعمل، بشرط أن يطبق عن كل ساعة عمل واحدة على حدى وتوافر الاشتراطات السابق ذكرها.

المستويات المأمونة لدرجات الوطأة الحرارية فى بيئة العمل

لكل ساعة عمل واحدة على حدى

نظام العمل والراحة كل ساعة	عمل خفيف	عمل متوسط المشقة	عمل شاق
عمل مستمر	30م	27 م	25 م
75% عمل، 25% راحة	30.5 م	28 م	26 م
50% عمل، 50% راحة	31.5 م	29.5 م	28 م
25% عمل، 75% راحة	32 م	31 م	30 م

فى حالة العمل فى ظروف الحرارة المنخفضة

فى حالة ضرورة العمل فى درجة حرارة منخفضة فإنه يلزم إتخاذ إجراءات السلامة المهنية المناسبة، من حيث ارتداء جهاز تنفس يسمح بتدفئة الهواء المستنشق، وكذلك ارتداء الملابس العازلة والواقية التى تحافظ على درجة حرارة العامل الداخلية.

ملحق *(10)*

المواد الملوثة غير القابلة للتحلل

والتى يحظر على المنشآت الصناعية تصريفها فى البيئة البحرية

مواد غير القابلة للتحلل هى تلك المواد التى تتواجد فى البيئة لمدة طويلة معتمدة أساسا على الكميات التى يتم صرفها فى البيئة البحرية؛ حيث إن بعضاً منها يتحلل بعد فترات طويلة تصل من شهور إلى عدة سنوات معتمدة على تركيب هذه المواد والتركيز فى البيئة.

المواد غير العضوية

مثال ذلك

الزئبق ومركباته

الرصاص ومركباته

الكاديوم ومركباته

الكوبالت ـ الفانديوم ـ النيكل ـ السلينيوم ـ الزنك ومركباتها.

المواد العضوية

مثال ذلك

Organophosphorus Pesticides

Dimethoate

Malathion

كمية ضئيلة جدا تتحلل فى خلال شهور

Organochlorine Pesticides

Aldrin Dieldrino, DDT

Chloridane Endrine

غير قابلة للتحلل تستمر بقاياها عدة سنوات

Polychlorinated Biphenyls

(PCBs)

Aroclor 1254

2,3,5,6

Tetrachlorobiphenyl

2,3,6

Trichlorobiphenyl

هذه المواد غير قابلة للتحلل تماما وتعتبر شديدة السمية فى تركيزاتها الضئيلة جدا.

Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (PAH)

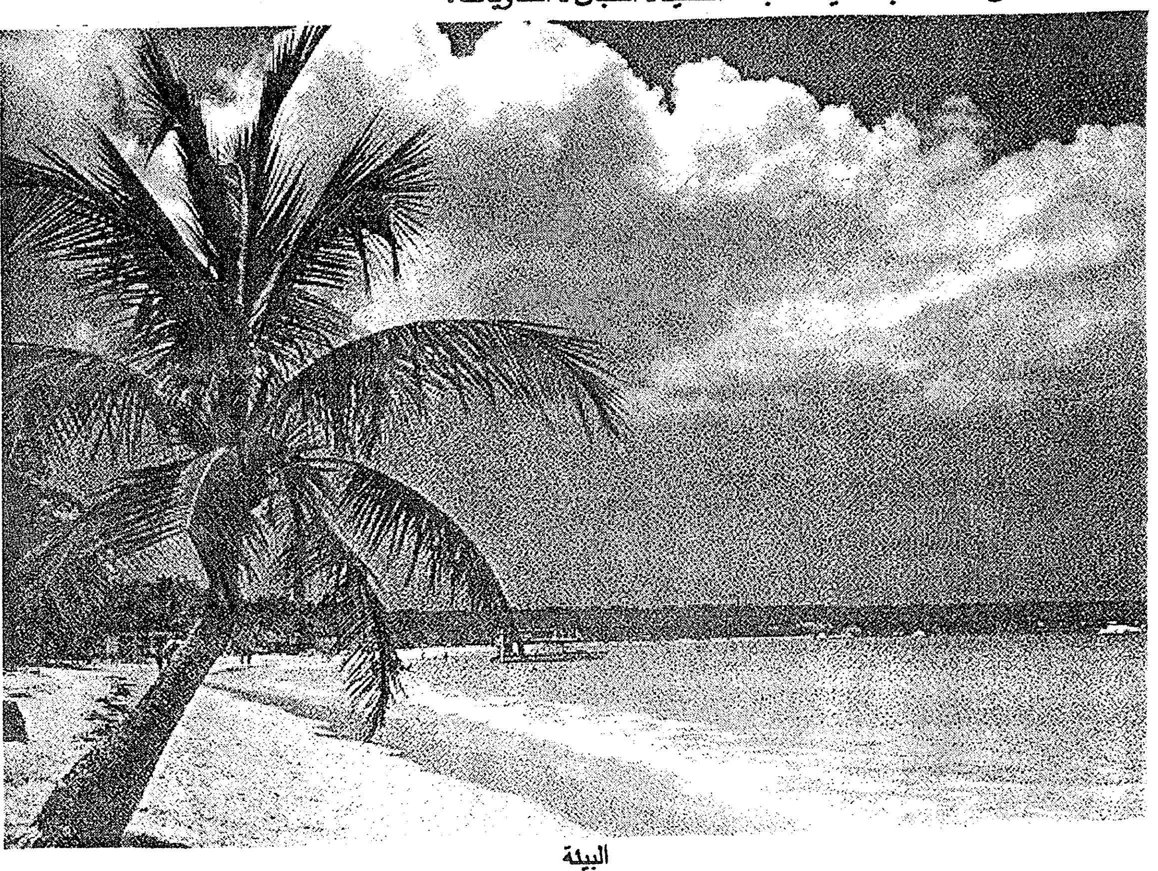
Benzo (a) Pyrene

Naphthalene

قابلة للتحلل وكمية ضئيلة تتحلل فى خلال سنين

المواد الصلبة

مثال ذلك - البلاستيك شباك الصيد - الحبال - الحاويات.



البيئة

ملاحق

- ملحق *A*

توضح الجداول من *(A - 1)* إلى *(A - 5)* الحدود القصوى المسموح بها لمحتوى غازات نواتج الاحتراق والانبعاثات (CO, SO_2, NO_x) عند درجات الحرارة المختلفة.

بوحدات الجزء فى المليون

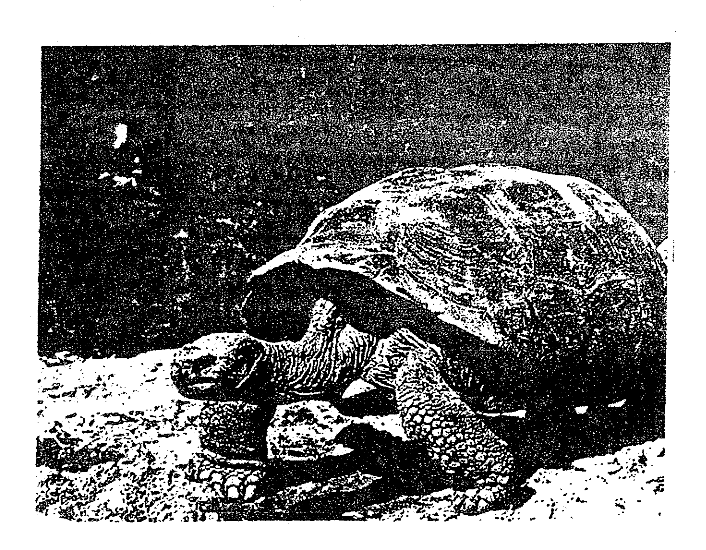
وذلك طبقا لقانون البيئية رقم *4* لعام *1994*.

- ملحق *B*

توضح الجداول من *(B - 1)* إلى *(B - 5)* عاملات التصحيح *(correction Factors)* لتحويل الوحدات الحجمية *(Volumetric units)* بالجزء فى المليون *(ppm)* إلى الوحدات الوزنية *(Gravimetric units)* بالميلليجرام فى المتر المكعب (mg/m^3) وبالعكس. عند درجات الحرارة المختلفة.

مثلا فى جدول *(B - 1)*

عند درجة حرارة $100C°$ لتحويل وحدات قياس غاز CO_2 من وحدات *(ppm)* إلى وحدات (mg/m^3) تضرب القيمة المقاسة فى العامل *(0.915)*



ملحق A

درجة حرارة العينة *Sample Temperature in °C*	أول اكسيد الكربون *CO*	ثانى أكسيد الكبريت SO_2	أكاسيد النتروجن NO_x
0	*400.0*	*1398.6*	*146.3*
20	*429.3*	*1501.1*	*157.1*
40	*458.6*	*1603.5*	*167.8*
60	*487.9*	*1706.0*	*178.5*
70	*502.6*	*1757.2*	*183.9*
80	*517.2*	*1808.4*	*189.2*
90	*531.9*	*1859.7*	*194.6*
95	*539.2*	*1885.3*	*197.3*
100	*546.5*	*1910.9*	*199.9*
105	*553.8*	*1936.5*	*202.6*
110	*561.2*	*1962.1*	*205.3*
111	*562.6*	*1967.3*	*205.8*
112	*564.1*	*1972.4*	*206.4*
113	*565.6*	*1977.5*	*206.9*
114	*567.0*	*1982.6*	*207.5*
115	*568.5*	*1987.8*	*208.0*
116	*570.0*	*1992.9*	*208.5*
117	*571.4*	*1998.0*	*209.1*
118	*572.9*	*2003.1*	*209.6*
119	*574.4*	*2008.2*	*210.1*

جدول *(A - 1)*

الحدود القصوى المسموح بها لمحتوى عادم الغازات الشائعة بالمدخنة عند درجات الحرارة المختلفة.

بوحدات الجزء فى المليون *(ppm)*

درجة حرارة العينة *Sample Temperature in* °C	أول اكسيد الكربون *CO*	ثانى أكسيد الكبريت SO_2	أكاسيد النتروجن NO_x
120	*575.8*	*2013.4*	*210.7*
121	*577.3*	*2018.5*	*211.2*
122	*578.8*	*2023.6*	*211.7*
123	*580.2*	*2028.7*	*212.3*
124	*581.7*	*2033.9*	*212.8*
125	*583.2*	*2039.0*	*213.3*
126	*584.6*	*2044.1*	*213.9*
127	*586.1*	*2049.2*	*214.4*
128	*587.5*	*2054.4*	*215.0*
129	*589.0*	*2059.5*	*215.5*
130	*590.5*	*2064.6*	*216.0*
131	*591.9*	*2069.7*	*216.6*
132	*593.4*	*2074.8*	*217.1*
133	*594.9*	*2080.0*	*217.6*
134	*596.3*	*2085.1*	*218.2*
135	*597.8*	*2090.2*	*218.7*
136	*599.3*	*2095.3*	*219.2*
137	*600.7*	*2100.5*	*219.8*
138	*602.2*	*2105.6*	*220.3*
139	*603.7*	*2110.7*	*220.9*

جدول *(A - 2)*

الحدود القصوى المسموح بها لمحتوى عادم الغازات الشائعة بالمدخنة عند درجات الحرارة المختلفة.

بوحدات الجزء فى المليون *(ppm)*

درجة حرارة العينة *Sample Temperature in* °C	أول اكسيد الكربون CO	ثانى أكسيد الكبريت SO_2	أكاسيد النتروجن NO_x
140	605.1	2115.8	221.4
141	606.6	2121.0	221.9
142	608.1	2126.1	222.5
143	609.5	2131.2	223.0
144	611.0	2136.3	223.5
145	612.5	2141.4	224.1
146	613.9	2146.6	224.6
147	615.4	2151.7	225.1
148	616.8	2156.8	225.7
149	618.3	2161.9	226.2
150	619.8	2167.1	226.7
151	621.2	2172.2	227.3
152	622.7	2177.3	227.8
153	624.2	2182.4	228.4
154	625.6	2187.6	228.9
155	627.1	2192.7	229.4
156	628.6	2197.8	230.0
157	630.0	2202.9	230.5
158	631.5	2208.0	231.0
159	633.0	2213.2	231.6

جدول *(A - 3)*

الحدود القصوى المسموح بها لمحتوى عادم الغازات الشائعة بالمداخن عند درجات الحرارة المختلفة.

بوحدات الجزء فى المليون *(ppm)*

درجة حرارة العينة Sample Temperature in °C	أول اكسيد الكربون CO	ثانى أكسيد الكبريت SO_2	أكاسيد النتروجن NO_x
160	634.4	2218.3	232.1
161	635.9	2223.4	232.6
162	637.4	2228.5	233.2
163	638.8	2233.7	233.7
164	640.3	2238.8	234.3
165	641.8	2243.9	234.8
166	643.2	2249.0	235.3
167	644.7	2254.2	235.9
168	646.2	2259.3	236.4
169	647.6	2264.4	236.9
170	649.1	2269.5	237.5
171	650.5	2274.6	238.0
172	652	2279.8	238.5
173	653.5	2284.9	239.1
174	654.9	2290.0	239.6
175	656.4	2295.1	240.2
176	657.9	2300.3	240.7
177	659.3	2305.4	241.2
178	660.8	2310.5	241.8
179	662.3	2315.6	242.3

جدول (A - 4)

الحدود القصوى المسموح بها لمحتوى عادم الغازات الشائعة بالمدخنة عند درجات الحرارة المختلفة.

بوحدات الجزء فى المليون (ppm)

درجة حرارة العينة Sample Temperature in °C	أول اكسيد الكربون CO	ثانى أكسيد الكبريت SO_2	أكاسيد النتروجن NO_x
180	663.7	2320.8	242.8
181	665.2	2325.9	243.4
182	66.7	2331.0	243.9
183	668.1	2336.1	244.4
184	669.6	2341.2	245.0
185	671.1	2346.4	245.5
186	672.5	2351.5	246.0
187	674.0	2356.6	246.6
188	675.5	2361.7	247.1
189	676.9	2366.9	247.7
190	678.4	2372.0	248.2
191	679.9	2377.1	248.7
192	681.3	2382.2	249.3
193	682.8	2387.4	249.8
194	684.2	2392.5	250.3
195	685.7	2397.6	250.9
196	687.2	2402.7	251.4
197	688.6	2407.8	251.9
198	690.1	2413.0	252.5
199	691.6	2418.1	253.0
200	693.0	2423.2	253.6

جدول *(A - 5)*

الحدود القصوى المسموح بها لمحتوى عادم الغازات الشائعة بالمدخنة عند درجات الحرارة المرتفعة.

بوحدات الجزء فى المليون *(ppm)*

ملحق B

درجة حرارة العينة Temp °C	التحويل من وحدات حجمية إلى وزنية To convert from ppm to mg/m^3			التحويل من وحدات وزنية إلى حجمية To convert from mg/m^3 to ppm		
	CO	SO_2	NO_x	CO	SO_2	NO_x
0	1.25	2.86	2.05	0.8	0.35	0.488
20	1.165	2.665	1.91	0.859	0.375	0.524
40	1.09	2.495	1.788	0.917	0.401	0.559
60	1.025	2.345	1.681	0.976	0.426	0.595
70	0.995	2.276	1.632	1.005	0.439	0.613
80	0.967	2.212	1.585	1.034	0.452	0.631
90	0.94	2.151	1.542	1.064	0.465	0.649
95	0.927	2.122	1.521	1.078	0.471	0.658
100	0.915	2.093	1.5	1.093	0.478	0.666
105	0.903	2.066	1.481	1.108	0.484	0.675
110	0.891	2.039	1.461	1.122	0.491	0.684
111	0889	2.033	1.457	1.125	0.492	0.686
112	0.886	2.028	1.454	1.128	0.493	0.688
113	0.884	2.023	1.45	1.131	0.494	0.69
114	0.882	2.018	1.446	1.134	0.496	0.692
115	0.88	2.012	1.442	1.137	0.497	0.693
116	0.877	2.007	1.439	1.14	0.498	0.695
117	0.875	2.002	1.435	1.143	0.5	0.697
118	0.873	1.997	1.431	1.146	0.501	0.699
119	0.871	1.992	1.428	1.149	0.502	0.7

جدول (B - 1)

عاملات التصحيح للتحويل من الوحدات الحجمية (ppm) إلى الوحدات الوزنية (mg/m^3) (أو بالعكس) عند درجات الحرارة المختلفة لمحتوى غازات نواتج الاحتراق والانبعاثات.

درجة حرارة العينة Temp °C	التحويل من وحدات حجمية إلى وزنية To convert from ppm to mg/m^3			التحويل من وحدات وزنية إلى حجمية To convert from mg/m^3 to ppm		
	CO	SO_2	NO_x	CO	SO_2	NO_x
120	0.868	1.987	1.424	1.152	0.503	0.702
121	0.866	1.982	1.42	1.155	0.505	0.704
122	0.864	19.77	1.417	1.158	0.506	0.706
123	0.862	1.972	1.413	1.16	0.507	0.708
124	0.86	1.967	1.41	1.163	0.508	0.709
125	0.857	1.962	1.406	1.166	0.51	0.711
126	0.855	1.957	1.403	1.169	0.511	0.713
127	0.853	1.952	1.399	1.172	0.512	0.715
128	0.851	1.947	1.396	1.175	0.514	0.717
129	0.849	1.942	1.392	1.178	0.515	0.718
130	0.847	1.937	1.389	1.181	0.516	0.72
131	0.845	1.933	1.385	1.184	0.517	0.722
132	0.843	1.928	1.382	1.187	0.519	0.724
133	0.841	1.923	1.378	1.19	0.52	0.725
134	0.838	1.918	1.375	1.193	0.521	0.727
135	0.836	1.914	1.372	1.196	0.523	0.729
136	0.834	1.909	1.368	1.199	0.524	0.731
137	0.832	1.904	1.365	1.201	0.525	0.733
138	0.83	1.9	1.362	1.204	0.526	0.734
139	0.828	1.895	1.358	1.207	0.528	0.736

جدول (B - 2)

عاملات التصحيح للتحويل من الوحدات الحجمية (ppm) إلى الوحدات الوزنية (mg/m^3) (أو بالعكس) عند درجات الحرارة المختلفة لمحتوى غازات نواتج الاحتراق والانبعاثات.

درجة حرارة العينة Temp °C	التحويل من وحدات حجمية إلى وزنية To convert from ppm to mg/m^3			التحويل من وحدات وزنية إلى حجمية To convert from mg/m^3 to ppm		
	CO	SO_2	NO_x	CO	SO_2	NO_x
140	0.826	1.891	1.355	1.21	0.529	0.738
141	0.824	1.886	1.352	1.213	0.53	0.74
142	0.822	1.881	1.349	1.216	0.532	0.742
143	0.82	1.877	1.345	1.219	0.533	0.743
144	0.818	1.872	1.342	1.222	0.534	0.745
145	0.816	1.868	1.339	1.225	0.535	0.747
146	0.814	1.863	1.336	1.228	0.537	0.749
147	0.813	1.859	1.332	1.231	0.538	0.75
148	0.811	1.855	1.329	1.234	0.539	0.752
149	0.809	1.85	1.326	1.237	0.54	0.754
150	0.807	1.846	1.323	1.24	0.542	0.756
151	0.805	1.841	1.32	1.242	0.543	0.758
152	0.803	1.837	1.317	1.245	0.544	0.759
153	0.801	1.833	1.314	1.248	0.546	0.761
154	0.799	1.829	1.311	1.251	0.547	0.763
155	0.797	1.824	1.308	1.254	0.548	0.765
156	0.795	1.82	1.305	1.257	0.549	0.767
157	0.794	1.816	1.302	1.26	0.551	0.768
158	0.792	1.812	1.298	1.263	0.552	0.77
159	0.79	1.807	1.295	1.266	0.553	0.772

جدول (B - 3)

عاملات التصحيح للتحويل من الوحدات الحجمية (ppm) إلى الوحدات الوزنية (mg/m^3) (أو بالعكس) عند درجات الحرارة المختلفة لمحتوى غازات نواتج الاحتراق والانبعاثات.

درجة حرارة العينة Temp °C	التحويل من وحدات حجمية إلى وزنية To convert from ppm to mg/m^3			التحويل من وحدات وزنية إلى حجمية To convert from mg/m^3 to ppm		
	CO	SO_2	NO_x	CO	SO_2	NO_x
160	0.788	1.803	1.292	1.269	0.555	0.774
161	0.786	1.799	1.29	1.272	0.556	0.775
162	0.784	1.795	1.287	1.275	0.557	0.777
163	0.783	1.791	1.284	1.278	0.558	0.779
164	0.781	1.787	1.281	1.281	0.56	0.781
165	0.779	1.783	1.278	1.284	0.561	0.783
166	0.777	1.779	1.275	1.286	0.562	0.784
167	0.776	1.774	1.272	1.289	0.564	0.786
168	0.774	1.77	1.296	1.292	0.565	0.788
169	0.772	1.766	1.266	1.295	0.566	0.79
170	0.77	1.762	1.263	1.298	0.567	0.792
171	0.769	1.759	1.26	1.301	0.569	0.793
172	0.767	1.755	1.258	1.304	0.57	0.795
173	0.763	1.751	1.255	1.307	0.571	0.797
174	0.763	1.747	1.252	1.31	0.573	0.799
175	0.762	1.743	1.249	1.313	0.574	0.801
176	0.76	1.739	1.246	1.316	0.575	0.802
177	0.758	1.735	1.244	1.319	0.576	0.804
178	0.757	1.731	1.241	1.322	0.578	0.806
179	0.755	1.727	1.238	1.325	0.579	0.808

جدول *(B - 4)*

عاملات التصحيح للتحويل من الوحدات الحجمية *(ppm)* إلى الوحدات الوزنية *(mg/m^3)* (أو بالعكس) عند درجات الحرارة المختلفة لمحتوى غازات نواتج الاحتراق والانبعاثات.

درجة حرارة العينة Temp °C	التحويل من وحدات حجمية إلى وزنية To convert from ppm to mg/m³			التحويل من وحدات وزنية إلى حجمية To convert from mg/m³ to ppm		
	CO	SO_2	NO_x	CO	SO_2	NO_x
180	0.753	1.724	1.235	1.327	0.58	0.809
181	0.752	1.72	1.233	1.33	0.581	0.811
182	0.75	1.716	1.23	1.333	0.583	0.813
183	0.748	1.712	1.227	1.336	0.584	0.815
184	0.747	1.708	1.225	1.339	0.585	0.817
185	0.745	1.705	1.222	1.342	0.587	0.818
186	0.743	1.701	1.219	1.345	0.588	0.82
187	0.742	1.697	1.217	1.348	0.589	0.822
188	0.74	1.694	1.214	1.351	0.59	0.824
189	0.739	1.69	1.211	1.354	0.592	0.826
190	0.737	1.686	1.209	1.357	0.593	0.827
191	0.735	1.683	1.206	1.36	0.594	0.829
192	0.734	1.679	1.204	1.363	0.596	0.831
193	0.732	1.675	1.201	1.366	0.597	0.833
194	0.731	1.672	1.198	1.368	0.598	0.834
195	0.729	1.668	1.196	1.371	0.599	0.836
196	0.728	1.665	1.193	1.374	0.601	0.838
197	0.726	1.661	1.191	1.377	0.602	0.84
198	0.725	1.658	1.188	1.38	0.603	0.842
199	0.723	1.654	1.186	1.383	0.605	0.843
200	0.721	1.651	1.183	1.386	0.606	0.845

جدول (B - 5)

عاملات التصحيح للتحويل من الوحدات الحجمية (ppm) إلى الوحدات الوزنية (mg/m^3) (أو بالعكس) عند درجات الحرارة المختلفة لمحتوى غازات نواتج الاحتراق والانبعاثات.

المراجع الأجنبية

1 - *Black & Veatch.*
Utility and Industry Energy Conservation.
IIE / USAID traning program - 1994.

2 - *Energy Conservation in Industry. Advanced International Training Programme in Malmo - Sweden 1997.*

3 - *Simplifying Environmentat Permitting in the U.S*
By : Christopher A. Hartwell.
Strategic Planning of Energy and the Environment Vol. 19 No. 2. 1999.

4 - *Industrial Insulation: Protects the Environment, Improves Efficiency, and Saves More Money than you can Imagine.*
By; W.j. (Bill) Brayman.
Energy Engineering - aee, Vol. 96, No.6 1999.

5 - *Steam Plant Operation .*
Seventh Edition .
Everett B.Woodruff, Herbert B.Lammers
MC Graw Hill.

المراجع العربية

١ – القانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤.
بأصدار قانون فى شأن حماية البيئة ولائحته التنفيذية جهاز شئون البيئة - القاهره - ١٩٩٩.
٢ – دليل أسس وإجراءات تقييم التأثير البيئى.
جهاز شئون البيئة - قطاع الإدارة البيئة - القاهره - اكتوبر ١٩٩٦.
٣ – الطاقة لعالم الغد.
مجلس الطاقة العالمى - الطبعة العربية.
٤ – اضواء على التلوث البيئى - الجوى - الأرضى - المائى - المعيشى.
د. م/ عبد الفتاح ابراهيم ابراهيم عبد الفتاح - ١٩٩٦ - هندسة الإسكندرية.
٥ – الإنسان وتلوث البيئة.
محمد السيد أرناؤوط – الهيئة المصرية العامة للكتاب - الدار المصرية اللبنانية - ١٩٩٩.
٦ – التلوث البيئى والتنمية الاقتصادية.
د / منى قاسم - الهيئة المصرية العامة للكتاب - الدار المصرية اللبنانية - ١٩٩٩.
٧ – التلوث البيئى فيروس العصر / المشكلة أسبابها وطرق مواجهتها.
د/ حسن أحمد شحاته - دار النهضة العربية للطبع والنشر والتوزيع ١٩٩٨.
٨ – معالجة النفايات الصلبه بتقنية التحلل الحرارى يحقق إيرادات سنوية.
مركز الخليج العربى للاستشارات الدولية ص. ص. ٤٦ بريد المقطم - القاهرة.
٩ – الدليل المبسط لتشريعات حماية البيئة والصحة فى مصر (وكيفية الاستناد إليها) جمعية اصدقاء البيئة بالاسكندرية - ١٩٩٦.
١٠ – المستقبل للشباب والبيئة
م / سها نصار - ١٩٩٨ دمشق - سوريا.
١١ – الطاقة ومصادرها المختلفة.
د/ أحمد مدحت إسلام - الاهرام - مركز الاهرام للترجمة والنشر - ١٩٨٨.
١٢ – البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث.
م / محمد عبد القادر الفقى - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٩.
١٣ – التلوث الهوائى والبيئة.
لجزء الأول - د/ طلعت ابراهيم الاعوج - سلسة العلم والحياة ٣٧.

١٤ - الطاقة المصدر الرئيسى والدائم لتلوث البيئة.
د / حسن أحمد شحاته - ص ١٧٩ مؤتمر حماية البيئة ضرورة من ضروريات الحياه - ٤ : ٦ مايو ١٩٩٩ جامعة الاسكندرية.
١٥ - منع التلوث فى الصناعات النسيجية.
مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة - يناير ١٩٩٧ - القاهره.
١٦ - المراجعات البيئية.
مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة - ديسمبر ١٩٩٥ - القاهره.
١٧ - منع التلوث مفاهيم وتطبيقات.
مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئية - ديسمبر ١٩٩٦ - القاهره.
١٨ - تقييم الاثر البيئى - دليل نموذج التصنيف البيئى (ب).
جهاز شئون البيئة - قطاع الادارة البيئية.
١٩ - الدليل الارشادى.
الانتاج الأنظف لصناعات الغزل والنسيج - ترشيد استهلاك المياه والطاقة مشروع دعم التقييم والادارة البيئية- وزارة الدولة لشئون البيئة - جهاز شئون البيئة - اغسطس ١٩٩٩.
٢٠ - إجراءات المراجعة الصناعية تقرير مبدئى - مشروع دعم التقييم والادارة البيئية - وزارة الدولة لشئون البيئة - جهاز شئون البيئة - يناير ١٩٩٦.
٢١ - معجم مصطلحات التكنولوجيا الكيميائية - المؤسسة الشعبية للتأليف فى لايبزغ - مؤسسة الاهرام.
٢٢ - مبادئ تحويل الطاقة.
عاهد الخطيب - دار الشروق للنشر والتوزيع - عمان - الاردن.
٢٣ - مقالات صفحة «البيئة» يوم الاثنين / اسبوعيا.
جريدة الاهرام أ / وجدى رياض.

الفهــــرس

الباب الثانى

الفصل الأول

الفصل الثانى

الفصل الثالث

الفصل الرابع

الفصل الخامس

الباب الثالث

الفصل الأول

الفصل الثانى

تم بحمد الله

للمؤلفة :

١ - المكثفات وتحسين معامل القدرة
٢ - المحولات الكهربائية - الجزء الأول
٣ - المحولات الكهربائية - الجزء الثانى
٤ - الوقاية فى الشبكات الكهربائية - الجزء الأول
٥ - التوافقيات فى الشبكات الكهربائية
٦ - جودة التغذية الكهربائية
٧ - الإضاءة و توفير الطاقة
٨ - الوقاية فى الشبكات الكهربائية - الجزء الثانى
٩ - إدارة طلب الطاقة - الجزء الأول
١٠ - البيئة و غازات الاحتباس الحرارى
١١ - إدارة طلب الطاقة - الجزء الثانى
١٢ - اضطرابات جودة التغذية الكهربائية
١٣ - إرشادات لوسائل التوعية لترشيد استخدام الطاقة
١٤ - ٧٥ فرصة لترشيد إستخدام الطاقة

دار الجامعيين
لطباعة الأوفست والتجليد
٣٧ ش السلطان عبد العزيز
الأزاريطة ـ الاسكندرية
ت : ٤٨٦٢٠٠٤

رقم الايداع بدار الكتب والوثائق
٢٠٠٠ / ٧٣٩٧